



**УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ  
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ**

**Департман за ратарство и повртарство**



**Милена Марчић**

дипл. инж. пољопривреде

**УТИЦАЈ НЕПОВОЉНИХ ВРЕМЕНСКИХ ПРИЛИКА НА  
НЕОДРЕЂЕНОСТ ПОЧЕТКА ЛЕТА ПРВЕ ГЕНЕРАЦИЈЕ  
ЈАБУКИНОГ СМОТАВЦА (*Cydia pomonella* Linnaeus)**

МАСТЕР РАД

**Нови Сад, 2024**



**УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ  
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ**

**Департман за ратарство и повртарство**



Кандидат

Милена Марчић

Ментор

проф. др Бранислава Лалић

**УТИЦАЈ НЕПОВОЉНИХ ВРЕМЕНСКИХ ПРИЛИКА НА  
НЕОДРЕЂЕНОСТ ПОЧЕТКА ЛЕТА ПРВЕ ГЕНЕРАЦИЈЕ  
ЈАБУКИНОГ СМОТАВЦА (*Cydia pomonella* Linnaeus)**

МАСТЕР РАД

Нови Сад, 2024

**Комисија за оцену и одбрану мастер рада:**

---

**проф. др Бранислава Лалић** – ментор  
редовни професор за ужу научну област:  
Метеорологија, физика и биофизика  
Пољопривредни факултет, Нови Сад

---

**проф. др Александра Игњатовић-Ћупина** – председник комисије  
редовни професор за ужу научну област:  
Ентомологија  
Пољопривредни факултет, Нови Сад

---

**проф. др Игор Балаж** – члан комисије  
ванредни професор за ужу научну област:  
Метеорологија, физика и биофизика  
Пољопривредни факултет, Нови Сад

## *Захвалница:*

*На првом месту захваљујем свом ментору проф.др Бранислави Лалић на великој подршци, помоћи и сугестијама током читавих мастер студија и израде мастер рада. Увек је имала разумевања и стрпљења за сва моја питања и недоумице и несебично ми помагала на мом животном, пословном и студентском путу.*

*Захваљујем члановима комисије проф.др Александри Игњативић-Ђупина и проф.др Игору Балажу на корисним сугестијама и помоћи приликом прегледа рада.*

*Захваљујем др Ани Фирањ-Сремац на великој помоћи око прикупљања и обраде података за овај рад.*

*Мојим колегама Ивану, Бошку и Милици захваљујем на несебичној подршци, помоћи и разумевању током мастер студија и израде овог рада.*

*На крају, желим да захвалим својој породици на љубави и разумевању коју су ми пружали током мастер студија. Највећа подршка и мотивација ми је био мој син Никола којем посвећујем овај рад.*

## САДРЖАЈ

1. УВОД.....	1
2. ЦИЉ РАДА .....	4
3. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ.....	5
3.1. ЈАБУКИН СМОТАВАЦ ( <i>Cydia pomonella</i> Linnaeus).....	5
3.1.1. Систематско место .....	5
3.1.2. Распрострањеност .....	5
3.1.3. Штетност.....	6
3.1.4. Морфологија .....	7
3.2. ЦИКЛУС РАЗВИЋА ЈАБУКИНОГ СМОТАВЦА И УТИЦАЈ МЕТЕОРОЛОШКИХ УСЛОВА НА ДИНАМИКУ ПОПУЛАЦИЈЕ .....	8
3.2.1. Улуткавање и еклозија лептира .....	8
3.2.2. Активност лептира и копулација .....	9
3.2.4. Број генерација.....	11
3.2.5. Утицај климатских промена на почетак лета лептира јабукиног смотавца.....	11
3.3. МОНИТОРИНГ ЕКЛОЗИЈЕ ЛЕПТИРА, ПОЧЕТКА И ДИНАМИКЕ ЛЕТА ЛЕПТИРА ЈАБУКИНОГ СМОТАВЦА.....	12
3.4. СИМУЛАЦИЈА ДИНАМИКЕ ПОПУЛАЦИЈЕ ЈАБУКИНОГ СМОТАВЦА .....	13
3.5. УТИЦАЈ МЕТЕОРОЛОШКИХ УСЛОВА НА УЛОВЕ НА ФЕРОМОНСКИМ КЛОПКАМА .....	15
4. РАДНА ХИПОТЕЗА.....	17
5. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА.....	18
5.1. Биолошки подаци .....	18
5.2. Метеоролошки подаци .....	19
5.3. Неодређеност почетка лета лептира јабукиног смотавца прве генерације .....	21
5.3.1. Фенолошки модел ПИС-а .....	24
6. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА СА ДИСКУСИЈОМ.....	26
6.1. Неповољне временске прилике за лет лептира прве генерације јабукиног смотавца.....	26
6.3. Очекивани утицај климатских промена на биофикс .....	40
7. ЗАКЉУЧАК .....	42
8. ЛИТЕРАТУРА .....	44
9. ПРИЛОЗИ .....	51

**УТИЦАЈ НЕПОВОЉНИХ ВРЕМЕНСКИХ ПРИЛИКА НА НЕОДРЕЂЕНОСТ  
ПОЧЕТКА ЛЕТА ПРВЕ ГЕНЕРАЦИЈЕ ЈАБУКИНОГ СМОТАВЦА (*Cydia  
pomonella* Linnaeus)**

**РЕЗИМЕ**

У раду је анализирано присуство временских услова за које је претпостављено да могу одложити почетак лета лептира прве генерације (биофикс) јабукиног смотавца (*Cydia pomonella*). Од првог улова лептира на феромонским клопкама и седам дана уназад су анализирани температура ваздуха, релативна влажност ваздуха, количина и интензитет падавина, удари ветра и атмосферски притисак за 137 сетова податка о почетку лета из периода од 2012. до 2023. године са 45 локалитета широм Србије. Мера неодређености је број дана између дана првог улова и најближег дана пре тога када су временски услови дозвољавали лет. У зависности од изабраних граничних вредности метеоролошких елемената који су сматрани неповољним и дизајнираних сценарија, неодређеност је утврђена код 27%, 42,3% и 29,9% података о почетку лета лептира и кретала се од два до преко седам дана. Након имплементације неодређености у фенолошки модел и корекције биофикса, утврђене су разлике до десет дана у симулираним вредностима наступања кључних биолошких догађаја у односу на осмотрени биофикс.

Кључне речи: јабукин смотавац, биофикс, неодређеност, временски услови, фенолошки модел

**UNCERTAINTY OF CODLING MOTH (*Cydia pomonella* Linnaeus) BIOFIX CAUSED  
BY ADVERSE WEATHER EVENTS**

**SUMMARY**

In this study, the presence of weather conditions, which were supposed to delay the start of the flight of first generation of the codling moth (*Cydia pomonella*), was analyzed. From the first catch of moths on pheromone traps and seven days back, air temperature, relative humidity, amount and intensity of precipitation, wind gusts and atmospheric pressure were analyzed for 137 data on the start of flight from 2012 to 2023 from 45 locations throughout Serbia. A measure of uncertainty is the number of days between the day of the first catch and the closest day before that when weather conditions allowed flight. Depending on the selected threshold values of the meteorological elements that were considered unfavorable and the designed scenarios, uncertainty was determined in 27%, 42,3% and 29,9% of cases of the biofix data and ranged from two to over seven days. After the implementation of uncertainty in the phenological model and the correction of the biofix, differences of up to ten days in the simulated values of the occurrence of key biological events in relation to the observed biofix were determined.

Key words: codling moth, biofix, uncertainty, weather conditions, phenological model

## 1. УВОД

Јабука је воћка умереног климата из породице *Rosaceae* и води порекло из централне Азије. Домаћа јабука (*Malus domestica* Borkh) је економски најзначајнија врста из рода *Malus* који чине 33 врсте (Магазин и сар., 2021).

Јабука се по обиму производње налази на другом месту у свету, иза банана. Годишње се произведе 86 милиона тона јабука у 96 земаља света. Очекује се да ће светска просечна дневна потрошња јабука по глави становника порастати са 204 g на 242 g за период 2025-2050 (Vasylieva and James, 2021). Највећи произвођачи јабука су Кина (40.790.000 t), САД (4.956.000 t) и Турска (3.501.000 t). У Европи су највећи произвођачи Пољска (3.336.000 t), Италија (2.322.000 t) и Француска (1.727.000 t), док се у Србији годишње произведе око 446.000 t (FAO-STAT, просек 2016-2020, цит. Магазин и сар., 2021).

Јабука се у Србији узгаја на 2.3737 хектара и друга је воћна врста по површинама, иза шљиве. По површинама под јабуком Србија се налази на 12. месту у Европи. Највеће површине под јабуком се налазе у општинама Суботица (1.596 ha), Смедерево (1.340 ha), Гроцка (1.219 ha), Чачак (831ha) и Ариље (778 ha), а значајне површине су и у Срему, Шумадији и јужном Банату (Кесеровић и сар., 2014). Водеће сорте које се узгајају у Србији су гала, златни делишес, црвени делишес, јонаголд, ајдаред, бребурн, грени смит и фуци. Јабука је тренутно водећа воћна врста у Србији са наменом за производњу свежег воћа (Магазин и сар., 2021).

Јабуке се највећим делом састоје од воде (85%) и угљених хидрата (14%), укључујући влакна и шећер (првенствено фруктозу). Јабуке садрже и витамине (нарочито витамин Ц и витамин Е), минерале (углавном калијум) и полифеноле (Bondono *et al.*, 2017). У многим епидемиолошким студијама је конзумирање јабука повезано са смањеним ризиком од

неких карцинома, кардиоваскуларних болести, астме и дијабетеса. У лабораторијским условима је утврђено да јабуке имају веома јаку антиоксидативну активност, инхибирају пролиферацију ћелија рака, смањују оксидацију липида и смањују холестерол. Јабуке садрже разна једињења, укључујући кверцетин, катехин, флоризин и хлорогенску киселину, која су сви јаки антиоксиданси (Boyer and Liu, 2004).

Производња квалитетног и здравог воћа, поред подизања засада, захтева и познавање штеточина и оштећења која они проузрокују ради њихове успешне заштите од штеточина, које могу угрозити целокупан род или проредити стабла (Алмаши и сар., 2004).

Јабукин смотавац је најважнија и најраспрострањенија штеточина јабука у свету и код нас. Штете проузрокују гусенице које се убушују у плодове и оштећени плодови превремено сазревају и опадају. У годинама са тешким инфестацијама и у нетретираним засадима, губитак приноса од ове штеточине може да достигне чак 80% (EPPO, 2003).

У савременој производњи јабука, успешна заштита од јабукиног смотавца се не може извршити без примене инсектицида, поготово у засадима са високом популацијом ове штеточине. Више од 70% третмана инсектицидима у засадима јабука се примењује за сузбијање јабукиног смотавца (Franck *et al.*, 2007). Упркос великом броју хемијских третмана, оштећења на плодовима јабука и даље су већа од 1%, што је према многим водичима производње јабука, неприхватљив ниво оштећења (Рајац *et al.*, 2011).

У Европској Унији је присутан тренд повлачења конвенционалних инсектицида са листе регистрованих препарата и еколошки прихватљивији производи постају све шире прихваћени. Еколошки прихватљивији инсектициди попут регулатора раста и развића инсеката као и биолошки пестициди могу дати обећавајуће резултате али се морају благовремено применити у осетљивим стадијумима развоја инсеката (Damos *et al.*, 2018). Србија у том погледу није изузетак. Само у 2023. години је за сузбијање јабукиног смотавца дозволу за примену изгубило 5 активних материја, те је познавање наступања одређених стадијума развића штеточине кључно у позиционирању инсектицида новије генерације.

И у конвенционалној и у интегралној заштити јабука од јабукиног смотавца, почетак лета лептира прве генерације је кључни биолошки догађај са аспекта доношења одлука о



примени мера заштите. Период од почетка лета лептира до почетка полагања јаја је код јабукиног смотавца кратак и то је период када се примењују инсектициди из групе регулатора раста и развића. Уколико су повољне температуре, већ након само једног дана од еклозије, лептири могу да копулирају. Како гусенице цео живот проводе унутар плода, једини период када је могуће сузбити ову штеточину је од почетка полагања јаја до убушивања гусеница у плод. Гусенице могу да се убуше у плод за свега 20-30 минута након пиљења (Лекић, 1950). Након њиховог убушивања, није више могуће извршити сузбијање и штете од исхране гусеница су неизбежне. Да би се утврдило тачно наступање почетка полагања јаја и почетка пиљења гусеница, треба утврдити тачно време појаве првих лептира - биофикс. Ова вредност се користи за развој и иницијализацију различитих модела за симулацију динамике популације јабукиног смотавца те грешке у одређивању биофикса доводе до грешака у предвиђању и тумачењу свих других биолошких догађаја у животном циклусу штеточине.

## 2. ЦИЉ РАДА

- Идентификовати и квантификовати неповољне временске прилике које могу да одложе лет лептира јабукиног смотавца и улове на феромонским клопкама.
- Израчунати неодређеност почетка лета лептира прве генерације јабукиног смотавца.
- Квантификовати утицај неодређености почетка лета лептира прве генерације на резултате симулација регресионог фенолошког модела за јабукиног смотавца.

## 3. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

### 3.1. ЈАБУКИН СМОТАВАЦ (*Cydia pomonella* Linnaeus)

#### 3.1.1. Систематско место

Царство: Animalia

Коло: Arthropoda

Подколо: Hexapoda

Класа: Insecta

Ред: Lepidoptera

Породица: Tortricidae

Род: *Cydia*

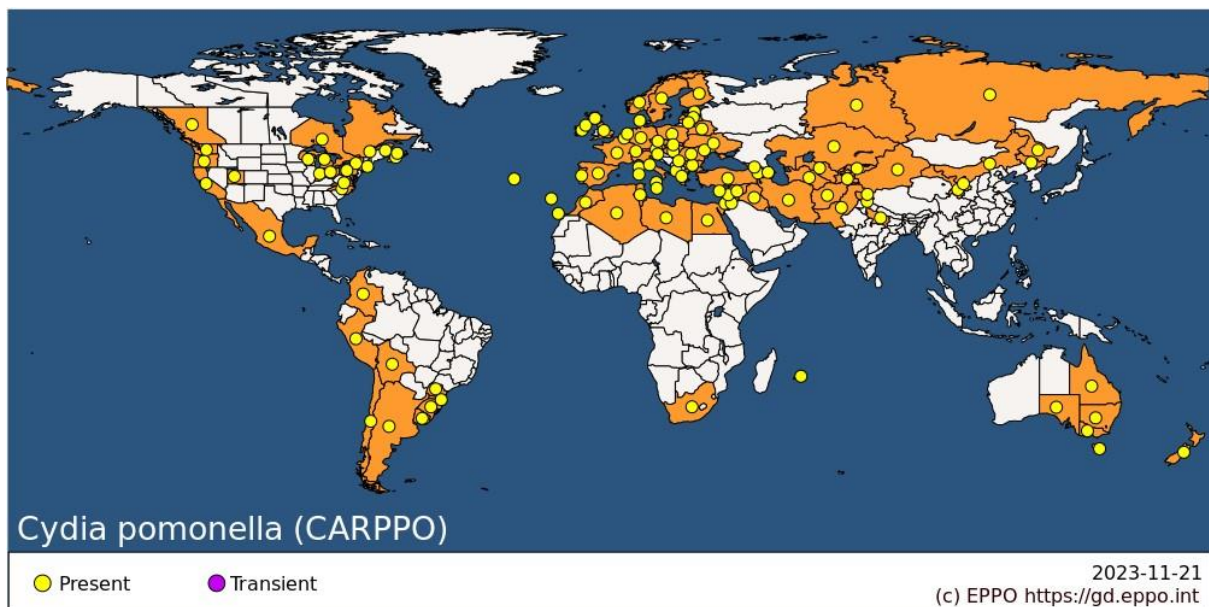
Врста: *Cydia pomonella* (<https://gd.eppo.int/taxon/CARPP0>).

Српски назив за *Cydia pomonella* је јабукин смотавац, али се у домаћој литератури могу срести још и називи јабучни смотавац, јабуков смотавац и јабучни савијач.

#### 3.1.2. Распрострањеност

Јабукин смотавац је најважнија и најраспрострањенија штеточина јабучастог воћа (EPPO, 2003). Сматра се да је пореклом из југоисточне Европе, да се у последња два века раширио широм света и достигао скоро глобалну распрострањеност. Данас је то космополитска врста која је присутна у скоро свакој земљи где се узгајају јабуке и једна од најинвазивнијих штеточина (Jiang *et al.*, 2018). Географска распрострањеност јабукиног

смотавца у свету је приказана на слици 1. У Србији, ова штеточина је присутна у свим јабучњацама и јавља се сваке године (Алмаши и сар., 2004).



Слика 1. Географска распрострањеност јабукиног смотавца (извор: <https://gd.eppo.int/taxon/CARPPO/distribution>, 21.11.2023)

### 3.1.3. Штетност

Штете проузрокују гусенице које се убушују у плодове и оштећени плодови губе тржишну вредност. У годинама са тешким инфестацијама и у нетретираним засадима, губитак приноса од *C.pomonella* достиже 80% (EPPO, 2003). На месту убушивања у плод, гусеница избацује црвенкаст измет. На нападнутом пресеченом плоду јабуке, може се видети ходник који води до семене кућице. Оштећени плодови превремено сазревају и опадају, а ходници смотавца служе за развиће разних гљива (Алмаши и сар., 2004) (сл.2). Гусенице не могу завршити развиће ако не поједу семе, па у случају да се развијају 2-3 гусенице у плоду, последње које стигну до семена напуштају плод и убушују се у други. Плодови са оштећеном семеном кућицом опадају (Крњајић и Ињац, 2000). Лекић (1950) је установио да 74% до 80% нападнутих плодова отпадне пре потпуне зрелости, а они што остану нису за стону употребу и чување. Осим јабуке као примарног домаћина, јабукин смотавац напада крушку, дуњу и орах, а понекад и кајсију, брескву, шљиву, трешњу, јапанску мушмулу и др. (Колектив аутора, 1983).



Слика 2. Симптоми убушења на плодовима (лево), превремено отпали плодови (у средини) и гусеница јабукиног смотаваца на пресеку плода (десно) (Фото: оригинал)

### 3.1.4. Морфологија

Јабукин смотавац је мали лептир, дужине тела око 10 mm. Боја лептира је сива и слична боји коре стабла јабука (сл. 3). Распон предњих крила је 14-22 mm, пепељаста су и имају неколико попречних, тамнијих, валовитих пруга преко средине. На врху ових крила се налази златносива, сјајна пега, уоквирена црномрком бојом. Ова пега се назива „огледалце“. Задња крила су једнобојна, сивомрка. Јаја су спљоштена и овална, у пречнику величине око 1 mm. Свако јаје је потопљено у лепљиву прозачну масу којом је и прилепљено за подлогу. Непосредно након полагања, јаја су млечно беле боје, док се током развића боја мења са развојем гусеница у њима, па се пред пиљење провиди мала гусеница кроз јајну љуску. Тек испиљена, неонатна гусеница је беле боје, дужине 2-3 mm, ширине 0,5 mm са главом два пута широм од тела. Одрасла гусеница је ружичасте боје, дужине 18-20 mm (сл. 3). Глава и плоче на грудним сегментима су мрке боје. Грудне ноге су светломрке. На телу гусеница се налазе редови светлосмеђих длачица чија је основа тамна. Лутка је смеђе боје, дужине 8-12 mm, а ширине око 3 mm (сл. 3). Лутке женки су дуже и шире од лутки мужјака. Лутка се налази у белом, свиленом кокону (Колектив аутора, 1962, Колектив аутора, 1983, Алмаши и сар., 2004).



Слика 3. Гусеница (лево), лутка (у средини) и лептир (десно) јабукиног смотавца (Фото: оригинал)

### **3.2. ЦИКЛУС РАЗВИЋА ЈАБУКИНОГ СМОТАВЦА И УТИЦАЈ МЕТЕОРОЛОШКИХ УСЛОВА НА ДИНАМИКУ ПОПУЛАЦИЈЕ**

Јабукин смотавац презимљава као одрасла гусеница учаурена под испуцалом кором и у шупљинама на стаблу и дебљим гранама. На пролеће, гусенице прелазе у лутку, а након извесног времена долази до еклозије лептира. Након копулације, женке полажу јаја на гранчице, лишће и плодове. Чим се испили, гусеница неоната одмах тражи плод и убушује се на месту где се два плода додирују или где лист належе на плод. У плоду се гусеница храни месом плода и семенкама и када заврши развиће и исхрану, напушта плод и одлази на неку шупљину у стаблу где опреде чауру у којој прелази у лутку. Из лутке излећу лептири нове генерације. У наредна четири потпоглавља ће бити наведени домаћи и страни литературни подаци који се односе на животни циклус и утицај метеоролошких услова на појаву и развој различитих стадијума развића јабукиног смотавца.

#### **3.2.1. Улуткавање и еклозија лептира**

Лекић (1950) наводи да се процес улуткавања дешава у другој половини априла, а стадијум лутке презимљујуће генерације траје 12-20 дана што зависи од температуре ваздуха. На прву појаву лептира утичу температура ваздуха и релативна влажност

ваздуха, а еклозија је најинтензивнија у поподневним часовима. Колектив аутора (1962) констатује да презимљујућа гусеница прелази у лутку обично почетком априла, а да крајем априла и у мају почиње излажење лептира у природи. Колектив аутора (1983) наводи да се гусенице обично улуткавају у априлу и да већ крајем тог месеца почиње излажење првих лептира. Литературни подаци указују да се гусенице преображавају у лутку на почетку цветања јабука и да лет лептира почиње када опадну последње цветне латице јабуке, најчешће почетком или средином маја (Алмаши и сар., 2004) односно да се стадијум лутке појављује током априла и да лет прве генерације може да траје од прве половине маја до краја јуна (Милетић и сар., 2011, Тамаш и сар., 2014). Међутим, са климатским променама наступиле су и промене у првој појави лептира јабукиног смотаваца у Србији што ће детаљније бити приказано у потпоглављу 3.3.5.

### **3.2.2. Активност лептира и копулација**

Дужина живота лептира је 15-22 дана и њихова највећа активност је од после заласка сунца до 22 часа. Копулација је најинтензивнија у сутон и ноћу. Ако наступе хладни дани после еклозије, лептири остају непомици и копулирају после два, три или четири дана. У стању копуле остају неколико часова или читаву ноћ (Лекић, 1950). Када се ради о оптималним условима за активност лептира и копулацију, поред температуре различити аутори нуде и додатне критеријуме:

- а) Активност лептира је највећа на температури ваздуха 20 °C - 25 °C по мирном времену и при релативној влажности ваздуха 60-76% (Лекић, 1958).
- б) Лет лептира престаје испод 12 °C, на 15 °C активност је слаба, а оптимални лет лептира се одвија изнад 17 °C тј. на 20 °C - 24 °C а престаје на 32 °C. Киша омета лет лептира и полагање јаја (Колектив аутора, 1983).
- в) Јабукин смотавац не копулира и не полаже јаја када вечерње температуре ваздуха падну испод 15 °C (Balachowski and Viennot-Bourgin, 1939 (цит Setyobudi, 1990)).
- г) Дужина живота лептира зависи од температуре и траје недељу-две, а ако је хладније време 23-30 дана. Лептир је активан на температурама ваздуха изнад 15 °C. Преко дана мирује на заклоњеним местима, а најактивнији је 30-60 минута након заласка сунца. Дан после еклозије наступа копулација ако је два узастопна дана температура



ваздуха 18 °C и виша. Копулација се одвија у касним вечерњим сатима (19-21 час) на 14 °C - 20 °C (Алмаши и сар., 2004).

д) Имаго постаје активан када вечерње температуре достигну 12,8 °C - 15,6 °C (Alston and Reding, 2011).

ђ) Копулација наступа ако су две узастопне вечери температуре ваздуха преко 15 °C (EPPO, 2003).

### **3.2.3. Полагање јаја, ембрионални развој, развиће гусеница и лутки**

Одмах након копулације, чим се лептири одвоје, женке започињу полагање јаја. У литератури могу да се нађу различити наводи када се ради о овим фазама развоја од којих ћемо навести најчешће навођене:

а) Женке прве генерације 70% јаја полажу на лишће, а 30% на плодове и гранчице, док женке друге генерације 65-87% јаја полажу на плодове, а 13-35% на лишће и гранчице. Једна женка положи просечно 50 јаја (од 10-15 до 150 јаја). Ембрионално развиће прве генерације траје 10-18 дана, а друге 5-7 дана. Гусенице се пиле на светлости и највећи број њих се убуши за 20-30 минута. Потпуни развој гусеница траје 23-25 дана, а једна гусеница може да оштети 1-3 плода. Након изласка из плодова, могу да оплету кокон за 2-4 дана. Развој лутке летње генерације траје 7-12 дана (Лекић, 1950).

б) Женке прве генерације положе око 30 јаја на листове, гранчице и плодове, а женке друге генерације око 50 јаја углавном на плодове. Трајање појединих развојних стадијума зависи од температуре. У оптималним условима, ембрионално развиће прве генерације износи 7 -14 дана, а друге 5 -7 дана (Колектив аутора, 1983).

в) Полагање јаја почиње на температури 14 °C - 16 °C, а максимално је на 22 °C - 30 °C. Обично траје 10-12 дана, а највише јаја се положи од другог до петог дана. Женка презимљујуће генерације положи 17-23 јајета, а летње 76-83 јајета. Ембрионално развиће траје 6-12 дана. Гусенице првог ступња развоја се хране испод епидермиса недељу дана и после пресвлачења се убушују у месо плода. Дужина трајања развића гусеница је 20-28 дана. Гусеница петог ступња развоја излази из плода, спушта се помоћу свилене нити наниже и испреда кокон испод коре и хризалидира. Стадијум лутке траје око 10 дана (Алмаши и сар., 2004).



г) Женке полажу јаја 5-6 дана и њихов развој траје 8-18 дана (EPPO, 2003).

#### **3.2.4. Број генерација**

Број генерација током године варира од једне до четири у зависности од локалних временских услова, географске ширине, надморске висине и биљке домаћина (EPPO, 2003). О броју генерација које јабукин смотавац развија у Србији и времену њихове појаве, заступљени су следећи литературни подаци:

а) Јабукин смотавац развија две генерације које задиру једна у другу. Лептири прве генерације се појављују од почетка маја па све до средине јула. Еклозија лептира друге генерације почиње почетком јула и траје све до краја августа. Крајем августа и почетком септембра се појављује мали број лептира треће генерације који немају услова за спаривање и полагање јаја (Лекић, 1950).

б) Крајем јуна и почетком јула се појављују први лептири друге генерације и лет друге генерације траје до половине августа (Колектив аутора, 1983).

в) Лет друге генерације почиње обично почетком јула, а због преклапања генерација се почетком јула могу наћи лептири и пролећне и летње генерације. Већ почетком августа се формирају хибернакулуми (Алмаши и сар., 2004).

г) Лет друге генерације почиње у другој половини јуна, док се трећа генерације појављује у августу (Милетић и сар., 2011).

#### **3.2.5. Утицај климатских промена на почетак лета лептира јабукиног смотавца**

Са глобалним отопљавањем код многих врста инсеката је дошло до раније појаве и продужења сезонског лета. Код 263 врсте (Macrolepidoptera) је анализом периода пре и после 1980. године на подручју централне Европе утврђено да је са променама у волтинизму дошло и до померања почетка лета на ранији датум. У просеку, код 25% свих посматраних индивидуа, почетак лета прве генерације је померен за 2,1 дан раније након 1980. године у односу на период пре тога (Altermatt, 2009). Roy i Sparks (2000) су анализом 35 врста лептира на британским острвима за период 1976-1998 утврдили да је дошло до раније појаве код већине врста (26 врста) последњих година. Највећа померања су утврђена код врсте *Vanessa atalanta* од 36,3 дана.

Србија у том погледу није изузетак. Нормална годишња температура ваздуха у Србији је

током последњег климатолошког периода (1981 – 2010) износила 10,5 °C што је за око 0,5 °C више него у периоду 1961 – 1990 (Лалић и сар., 2021). Марчић и Лалић (2021) наводе да је анализом података о почетку лета лептира јабукиног смотавца за период од 73 године утврђена ранија појава лептира у периоду 2012-2021. Сви расположиви литературни подаци о почетку лета лептира јабукиног смотавца, а који су обухватили период 1948-2003, су упоређени са подацима из периода 2012-2021. Померање почетка лета на раније у периоду 2012-2021 у односу на период пре тога је регионално специфично и варира од 8 дана у региону Чачка, 14 дана у региону Крагујевца до чак 20 дана у региону Београда. Даље се наводи да су највероватнији и најважнији узроци ранијег почетка лета тренд пораста температура током зимских и пролећних месеци и повећање долазног сунчевог зрачења, посебно у фебруару, које може утицати на повећање температуре коре дрвета где презимљавају гусенице, па самим тим и на ранију појаву лептира. У последњем климатолошком периоду (1981-2010) у односу на период пре њега (1961-1990) је дошло и до пораста температура у периоду децембар – фебруар и март – мај, као и до повећања броја сунчаних сати од фебруара до августа (Лалић и сар., 2021).

### **3.3. МОНИТОРИНГ ЕКЛОЗИЈЕ ЛЕПТИРА, ПОЧЕТКА И ДИНАМИКЕ ЛЕТА ЛЕПТИРА ЈАБУКИНОГ СМОТАВЦА**

До 1970-их када су феромонске клопке почеле да се користе, почетак и динамика лета лептира су праћени путем инсектаријума, ловних мамаца и светлосних клопки. Инсектаријуми су жичани кавези у које се на пролеће стављају гусенице које су претходне године прикупљене помоћу картонских ловних појасева и у њима се свакодневно посматра најпре улуткавање, а потом и појава лептира (Колектив аутора, 1983). Ловни мамци су посуде испуњене меласом и водом, где долећу лептири и даве се у њој. Свакодневним пребројавањем лептира се добија преглед о лету лептира (Колектив аутора, 1962). Праћењем јабукиног смотавца помоћу светлосних клопки се сигнализира максимални лет лептира, али ова метода не даје поуздану слику о лету лептира (Колектив аутора, 1983).

Један од данас најраспрострањенијих и најједноставнијих начина мониторинга присуства лептира у јабучњацима је коришћење феромонских клопки. Улови у клопкама са синтетичким феромонским мамцима тачно показују да ли је одређени инсект присутан и када почиње његов сезонски период лета. Три основна разлога која објашњавају практичност употребе феромонских клопки у контроли инсеката су да су специфични за врсту, активни су у веома малим количинама и за велику већину није познато да токсично делују на животиње. Поред овог најраширенијег начина за детекцију и праћење популације инсеката, феромони се данас користе и за утврђивање прагова штетности инсеката, за ометање парења (енгл. Mating disruption) и масовно уништавање (енгл. Mass annihilation) (Witzgall *et al.*, 2010).

Од 1971. године када је идентификован сексуални феромон за јабукиног смотавца (trans-8, trans-10-dodecadien- 1-ol), феромонске клопке су широко прихваћене као допуна или замена за традиционалне методе мониторинга за утврђивање времена примене хемијских мера заштите (Riedl *et al.*, 1976). Исти аутори наводе да је феромонска клопка вероватно најспецифичнији, најекономичнији и најпогоднији биолошки алат за праћење јабукиног смотавца који је данас доступан и стога је идеално прикладан за употребу у програму управљања штеточинама.

### **3.4. СИМУЛАЦИЈА ДИНАМИКЕ ПОПУЛАЦИЈЕ ЈАБУКИНОГ СМОТАВЦА**

Током својих животних циклуса термофилни инсекти посебно снажно реагују на загревање и хлађење. Сви физиолошки и биохемијски процеси који су важни за развој биљака и штетних организама условљени су температуром средине у којој се налазе. Најчешће, температура одређује када ће неки процес започети (доња гранична температура) или се завршити (горња гранична температура), док је интензитет процеса пропорционалан енергији која је из спољашње средине доведена у биолошки систем у јединици времена (Лалић и сар., 2021). У циљу праћења развоја и ефикасног сузбијања штеточина развијени су модели чији је циљ симулација динамике популације. У литератури се најчешће срећу регресиони фенолошки модели (Damos *et al.*, 2018), динамички модели (Shaffer and Gold, 1985) и модели машинског учења (Jiang *et al.*, 2018).

У овом истраживању ћемо се усредсредити на регресионе моделе јер су због своје једноставности најзаступљенији у агрономској пракси. У даљем тексту ћемо их наводити као „фенолошке“ моделе. Фенолошки модели су поједностављени прикази утицаја метеоролошких елемената, углавном температуре, на развој популације и користе се за одређивање времена наступања фенолошких фаза развоја популације штеточина (Damos *et al.*, 2015).

Фенолошки модели предвиђају трајање одигравања догађаја у развоју организма углавном на основу акумулисаних целзијус степен-дана (CDD, енгл. CelsiusDegree Days) и целзијус степен-сата (CDH, енгл. CelsiusDegree Hours). Из тог разлога је од кључног значаја познавање температурних прагова за поједине фазе развоја, суме температура и тренутак почетка лета лептира (биофикс) од ког почиње рачунање степен-дана и степен-сати између граничних температура. Ако било која од ових величина није тачно одређена, цео фенолошки модел развијен на основу ових величина ће бити погрешан. Ако се ради о коришћењу већ развијеног модела, онда је само биофикс битан када се ради о параметрима модела јер метеоролошки елементи нису параметри модела већ независно променљиве.

Доњи и горњи прагови развоја се одређују у лабораторијским условима и јединствени су за одређени организам. Количина топлоте која је потребна организму да се развије позната је као физиолошко време и јединица за њено изражавање су степен-дани. Свака фаза развоја организма има своју укупну потребу за топлотом. Развој се може утврдити на основу динамике акумулације степен-дана између температурних прагова током целе сезоне. Акумулација степен-дана од почетка лета лептира може помоћи да се предвиди када ће се достићи одређена развојна фаза инсекта. (<https://ipm.ucanr.edu/WEATHER/ddphenology.html>).

Коришћење улова лептира јабукиног смотавца на феромонским клопкама за израду фенолошких модела који прогнозирају појаву штеточине је започело још осамдесетих година XX века. Први улов мужјака лептира на феромонским клопкама је коришћен као биолошка фиксна тачка која служи и као почетна временска тачка за рачунање степен-дана и прогнозу пиљења гусеница пролећне генерације (Riedl *et al.*, 1976).

Од тада, многи аутори су се бавили израдом и валидацијом регресионих фенолошких модела за јабукиног смотавца а у које су укључени подаци о уловима на феромонским клопкама и метеоролошки подаци (Pitcairn *et al.*, 1992, Ahmad *et al.*, 1995, Knight and Light, 2005, Knight 2007, Jones *et al.*, 2013, Damos *et al.*, 2018).

### 3.5. УТИЦАЈ МЕТЕОРОЛОШКИХ УСЛОВА НА УЛОВЕ НА ФЕРОМОНСКИМ КЛОПКАМА

У литератури нема много података о томе како класификовати временске услове који неповољно утичу на сам почетак лета лептира и прве улове на феромонским клопкама. Проучаване су корелације између улова лептира јабукиног смотавца на феромонским клопкама током читавог периода лета лептира и временских услова. Према Nowinszky *et al.*, (2014) улови на клопкама јабукиног смотавца су у позитивној корелацији са дневним колебањем температуре (разлика максималне и минималне температуре). Zada and Saljoqi (2015) у студији о утицају временских услова на улове јабукиног смотавца на феромонским клопкама закључују да су улови на клопкама показали статистички високо значајну позитивну корелацију и са максималном и са минималном температуром, док релативна влажност ваздуха и падавине немају било какав значајан утицај на улове у клопкама. Aghdam (2015) наводи да три до четири дана кишовитог времена доводи до наглог пада активности лета и смањења уловљених лептира јабукиног смотавца по клопци. Према Blomefield and Knight (2000) на број уловљених мужјака јабукиног смотавца у феромонској клопци може утицати низ фактора као што су густина популације смотавца, имиграција, температура, месечина, брзина ветра, положај клопки и феромона и њихово одржавање и конкуренција између клопки и женки у воћњаку.

Проучавањем улова лептира прве генерације на феромонским клопкама у периоду 1983-1988 у воћњаку у округу Керн (Калифорнија, САД) утврђено је да су сви лептири били уловљени у данима када је средња вечерња температура ваздуха била  $> 12$  °C, брзина ветра  $< 3,6$  m/s и падавине  $< 0,4$  mm/h. Вечерње температуре  $> 15,8$  °C (максималне дневне

21,1 °C) су биле повезане са узастопним уловима мужјака на клопкама (Pitcairn *et al.*, 1990.).

Након изласка (еклозије), мужјаци могу да се улове на феромонским клопкама када је температура ваздуха 12,8 °C и већа (Alston and Reding, 2011).

Неке од флукуација кумулативне криве улова лептира на феромонским клопкама се могу приписати чињеници да је активност лептира условљена вишим температурним прагом (15,6 °C) него што је праг развоја штеточине (10 °C) и лет може бити потпуно инхибиран временским условима (ветар, падавине) а који имају релативно мали утицај на физиолошки развој и излазак лептира (Riedl *et al.*, 1976).

## **4. РАДНА ХИПОТЕЗА**

На основу проучене литературе постављена је следећа радна хипотеза:

- Почетак лета лептира јабукиног смотавца зависи од биолошких и метеоролошких фактора.
- Одређене вредности метеоролошких елемената могу да спрече лет лептира и одложе улове на феромонским клопкама.

## 5. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

### 5.1. Биолошки подаци

Биолошки подаци коришћени у овом раду се односе на почетак лета лептира јабукиног смотавца. За период 2012-2023 су преузети подаци из мониторинга Прогнозно-извештајне службе заштите биља Србије (ПИС). Сваке године ПИС врши мониторинг присуства лептира јабукиног смотавца помоћу феромонских клопки на око 60 локалитета на подручју Србије. На свим локалитетима и за све године мониторинга су коришћене исте феромонске клопке произвођача Chsalomon® (Мађарска). Клопке типа RAG и феромон женки је коришћен за привлачење мужјака. Клопке су постављане на два метра висине, по две у засад (сл. 4). Улови на клопкама су одређивани на дневном нивоу као аритметичка средина броја уловљених јединки на обе клопке. Прегледи клопки на присуство лептира су вршени током дана, а како је највећа активност лептира од сумарака до поноћи, улови су приписивани претходном дану. По препоруци произвођача, феромон је мењан на сваке четири недеље, а лепљиви умети на које се лепе лептири на сваких седам до десет дана. За потребе овог истраживања, да би се обезбедила репрезентативност података на основу којих ће се утврђивати неодређеност, приликом одабира података су постојала три критеријума. За анализу су одабрани само локалитети где су феромонске клопке биле постављене у истом засаду где и аутоматска метеоролошка станица или у другом засаду али на истом локалитету. Како се мониторинг врши у производним засадима где се спроводе редовне хемијске мере заштите, изабрани су само локалитети са високом популацијом јабукиног смотавца тј. засади где је током сезоне уловљено преко сто лептира на клопкама. У анализу су укључени само подаци где су вршена свакодневна читавања улова на клопкама минимум седам дана пре осмотреног биофикса. Детаљније информације о воћњацима у којима су постављане феромонске



клопке се налазе у Прилогу 2. Први дан у години у коме је забележен улов на феромонској клопци је регистрован као осмотрена вредност биофикса. Подаци о уловима лептира јабукиног смотавца на феромонским клопкама су преузети са портала ПИС-а (<http://www.pissrbija.com:8888/ISPIS/>).



Слика 4. Феромонска клопка (лево) и уловљени лептири јабукиног смотавца у клопци (десно) (Фото: оригинал)

## 5.2. Метеоролошки подаци

Метеоролошки подаци који су коришћени у овом раду потичу из два извора. Први је мрежа аутоматских метеоролошких станица (АМС) које су постављене у засаде и део су сталног мониторинга ПИС-а (сл. 5), а други је мрежа синоптичких метеоролошких станица Републичког хидрометеоролошког завода Србије (РХМЗ). Из мониторинга ПИС-а су доступни часовни подаци о температури ваздуха, релативној влажности ваздуха и количини падавина. У Прилогу 3 је приказана веза између АМС и феромонске клопке где веза „1x1“ означава да се и АМС и феромонска клопка налазе у истом засаду, а веза „1x2“ да су АМС и феромонска клопка у различитим засадама али на истом локалитету. Метеоролошки подаци из мреже АМС су преузети са портала ПИС-а ([http://www.pisvojvodina.com/Shared%20Documents/AMS\\_pristup.aspx](http://www.pisvojvodina.com/Shared%20Documents/AMS_pristup.aspx)).



Слика 5. АМС у јабучњаку на локалитету Ченеј (Фото: оригинал)

Из мониторинга РХМЗ-а су коришћени дневни подаци о брзини ветра, присуству удара ветра, атмосферском притиску и осунчавању. Одабране су синоптичке станице које се налазе најближе локалитетима где је вршен мониторинг помоћу феромонских клопки. За израчунавање неодређености су одабрани удари ветра и атмосферски притисак и како се ради о величинама које се не мере у биљном склопу и које важе за шире размере, сматрано је да ће подаци са синоптичких станица бити довољно релевантни за ову анализу иако у већини случајева не потичу са истог локалитета као и подаци са феромонских клопки. Веза између локалитета са којих потичу биолошки подаци и локалитета где се налазе синоптичке станице се налази у Прилогу 4. Метеоролошки подаци из мреже синоптичких

станица су преузети са портала РХМЗ-а ([https://www.hidmet.gov.rs/ciril/meteorologija/klimatologija\\_godisnjaci.php](https://www.hidmet.gov.rs/ciril/meteorologija/klimatologija_godisnjaci.php)).

**Укрштање биолошких и метеоролошких података.** Ради лакше манипулације подацима, повезивање података из три извора (биолошки подаци о почетку лета лептира са феромонских клопки, метеоролошки подаци из мреже ПИС-а и метеоролошки подаци из мреже синоптичких станица РХМЗ-а) је извршено помоћу програмског језика „R“ („Ar“). Коришћена је верзија 4.2.2. Улазни подаци у виду биолошких података и метеоролошких података из два извора, комплетирани су у сетове који су коришћени у даљој анализи. Додатни критеријум за креирање крајњег сета био је постојање свих метеоролошких података за дан првог улова лептира на клопкама и седам дана пре тога.

Један сет података за дан када је регистрован први улов лептира на клопкама и за период од интереса садржи следеће мета податке: назив региона и локалитета где је вршен мониторинг помоћу феромонских клопки, годину мониторинга, датум, дан у години (енгл. Day Of the Year - DOY), шифру и назив АМС, шифру и назив синоптичке метеоролошке станице, као и следеће податке: средњу дневну температуру ваздуха, максималну дневну температуру ваздуха, минималну дневну температуру ваздуха, просечну температуру ваздуха у 18 часова, релативну влажност ваздуха (дневну), просечну релативну влажност ваздуха у периоду од 18 до 23 часа, количину падавина (дневну), количину падавина у периоду од 18 до 23 часа, број сати са падавинама у периоду од 18 до 23 часа, атмосферски притисак (дневни), брзину ветра (дневну), ударе ветра (дневни) и осунчавање (дневно). Метеоролошки елементи су изабрани на основу прегледане литературе.

### **5.3. Неодређеност почетка лета лептира јабукиног смотавца прве генерације**

Од дана када је уловљен први лептир на клопкама анализирано је седам дана уназад на присуство неповољних временских услова који би могли одложити лет. Анализирани период је ограничен на седам дана јер је то период за које су познати подаци читавања улова јабукиног смотавца на феромонским клопкама. Уместо датума, дани су изражавани као дан у години (DOY). Мера неодређености је број дана између дана првог улова лептира јабукиног смотавца на феромонској клопци (DOY<sub>x</sub>) и оног дана у претходних



седам дана у којем су одабрани метеоролошки елементи били у оквиру дефинисаних граничних вредности (DOY<sub>y</sub>) чији је DOY најближи DOY<sub>x</sub>. Неодређеност (N) је разлика између дана првог улова лептира и најближег дана пре тога када су временски услови дозвољавали лет лептира (јед. 1):

$$N = DOY_x - DOY_y \quad (1)$$

Да би се израчунала неодређеност, најпре је потребно дефинисати шта су то неповољне временске прилике које могу да омету лет лептира и спрече његове улове на феромонским клопкама. Повољност временских прилика за лет лептира прве генерације и граничне вредности метеоролошких елемената одређене су следећим поступком:

а) На основу података из литературе идентификовани су метеоролошки елементи од могућег значаја и њихове очекиване граничне вредности.

б) Ове вредности су упоређене са вредностима метеоролошких елемената које одговарају осмотреном биофиксу. Граничне вредности су кориговане у складу са осматрањима.

в) За величине као што су атмосферски притисак и удари ветра, за које у литератури нису понуђене граничне вредности, предложене су вредности у складу са осматрањима или су у обзир узете све вредности. Рецимо, за атмосферски притисак је утврђено да биофикс никада није осмотрен када је  $1004 \text{ mb} > P > 1027 \text{ mb}$ , те су тако и постављене граничне вредности. За ударе ветра је узето у обзир да ли је посматрани дан било или није удара ветра тј. није утврђена гранична вредност.

г) Средња дневна температура ваздуха, максимална дневна температура ваздуха, минимална дневна температура ваздуха, средња дневна брзина ветра и осунчавање су искључени из анализе јер је потврђено да нису довољно добри индикатори временских услова у периоду од сумарка до поноћи када су лептири најактивнији.

Неодређеност је израчунавана према три сценарија. У сценарију А, одабрани метеоролошки елементи за дефинисање DOY<sub>y</sub> су просечна температура ваздуха у 18 часова, релативна влажност ваздуха (дневна), падавине у периоду од 18 до 23 часа и атмосферски притисак (дневни). У Б сценарио је поред свих елемената из првог, укључено

и присуство удара ветра. У сценарију В је уместо дневних вредности релативне влажности ваздуха анализирана просечна релативна влажност ваздуха у периоду од 18 до 23 часа уз коришћење свих осталих параметара као у сценарију А (таб. 1). Ова три сценарија су дефинисана зато што смо посматрали не само поједине елементе већ и њихове комбинације. Од дана првог улова, посматрано је седам дана уназад почевши од најближег дана биофиксу. Ако је у посматраном дану макар један од анализираних метеоролошких елемената био ван дефинисаних граничних вредности, тај дан је сматран као дан са неповољним временским приликама. Затим је посматран следећи дан уназад све док се не дође до дана када су сви посматрани метеоролошки елементи били у оквиру дефинисаних граничних вредности. Најближи дан уназад од биофикса у ком су сви посматрани метеоролошки елементи били у оквиру дефинисаних граничних вредности је сматран као дан са повољним временским приликама за лет лептира и тај дан је DOY<sub>у</sub>. Уколико су вредности одабраних метеоролошких елемената током свих седам дана пре биофикса били повољни за лет лептира, тада је DOY<sub>у</sub> једнак нули тј. нема неодређености. Уколико су вредности одабраних метеоролошких елемената током свих седам дана пре биофикса били неповољни за лет лептира, DOY<sub>у</sub> је дефинисан као вредност мања од DOY<sub>х</sub> -7 и у том случају је неодређеност више од седам дана (> 7).

За све податаке о почетку лета лептира јабукиног смотавца је за сва три сценарија израчуната неодређеност.

Табела 1. Метеоролошки елементи за утврђивање DOY<sub>у</sub> и израчунавање неодређености

Сценарио А	Сценарио Б	Сценарио В
T <sub>18</sub>	T <sub>18</sub>	T <sub>18</sub>
RH	RH	RH <sub>18-23</sub>
H <sub>18-23</sub>	H <sub>18-23</sub>	H <sub>18-23</sub>
P	P	P
-	W <sub>g</sub>	-

*Имплементација неодређености у фенолошки модел.* Израчуната неодређеност је имплементирана у фенолошки модел за јабукиног смотавца који је у употреби у систему ПИС-а са циљем да се сагледа могући утицај на доношење одлука о спровођењу мера контроле јабукиног смотавца. За поједине податаке о почетку лета лептира где је утврђена неодређеност и који су насумично одабрани, паралелно су покренута два фенолошка модела са два различита биофикса. Циљ је био да се утврди разлика у данима у наступању биолошких догађаја у животном циклусу штеточине уколико се биофикс помери раније на основу израчунате неодређености.

### **5.3.1. Фенолошки модел ПИС-а**

Фенолошки регресиони модел развијен у ПИС-у за одређивање динамике популације јабукиног смотавца (PIS.CM) се заснива на израчунавању акумулисаних степен-дана између доњих и горњих граничних вредности од биофикса. Модел је развијен на основу измерених метеоролошких и осмотрених биолошких података у засадима јабука у Србији који су део осматрачке мреже ПИС-а од 2010. године. Полазећи од граничних вредности температуре за јабукиног смотавца и очекиваних сума степен-дана потребних за завршетак посматране фазе наведених у литератури (Nietschke et al., 2007), PIS.CM је развијен и стално коригован како би био у складу са динамиком смотавца на нашем подручју.

Користећи измерене вредности температуре ваздуха у воћњацима на аутоматским метеоролошким станицама, за локалитете где су постављене феромонске клопке за јабукиног смотавца, израчунавају се акумулисани целзијусови степен-дани (CDD) од биофикса (првог улова лептира на клопкама). Дневни допринос (DD) сваког дана укупној суми степен-дана се рачуна као разлика између средње дневне температуре ваздуха тога дана ( $T_{sr}$ ) и температуре доњег прага развоја штеточине ( $T_{rmin}$ ) (јед. 2 и јед. 3). У случају да је средња дневна температура датог дана једнака или мања од температуре доњег прага развоја, дневни допринос датог дана износи нула. Максимални дневни допринос једног дана суми акумулисаних степен-дана је разлика између горњег ( $T_{rmax}$ ) и доњег температурног прага развоја датог штетног организма и он се дешава у случајевима када је средња дневна температура ваздуха једнака или већа од његовог горњег температурног прага развоја (јед. 4).

За јабукиног смотавца се користи доњи температурни праг развоја од 10 °C и горњи температурни праг развоја од 31,1 °C. Такође, од дана наступања биофикса, за све наступајуће биолошки значајне догађаје (нпр. полагање јаја, пиљење гусеница и излетање лептира нове генерације) рачунају се акумулисани степен-дани као основна јединица за исказивање фенолошког времена узимајући у обзир да период пре полагања јаја износи 32,2 CDD, развој јаја 87,8 CDD, развој гусеница 261,7 CDD, развој лутке 239,4 CDD и генерацијско време 621 CDD. Такође, познавајући вредности акумулисаних степен-дана за генерацијско време, почетак полагања јаја и почетак пиљења гусеница, по генерацијама се рачунају проценти истека фенолошког времена (од 0% до 100 %) од почетка лета, почетка полагања јаја и почетка пиљења гусеница (пример фенолошког модела се налази у прилогу 5).

$$DD = T_{sr} - T_{rmin} \quad (2)$$

$$CDD_n = \sum_{i=0}^n DD_i \quad (3)$$

$$T_{sr} - T_{rmin} \leq DD \leq T_{rmax} - T_{rmin} \quad (4)$$

## 6. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА СА ДИСКУСИЈОМ

### 6.1. Неповољне временске прилике за лет лептира прве генерације јабукиног смотавца

У периоду 2012-2023 у систему ПИС-а је забележено 788 података о првом улову лептира јабукиног смотавца на феромонским клопкама. Након одабира репрезентативних биолошких података према утврђеним критеријумима и њиховог повезивања са метеоролошким подацима, добијено је 137 сетова података који потичу са 45 локалитета на подручју Србије (Мапа 1). Број сетова података са једног локалитета се креће од један до девет.

*Дефинисање неповољних временских прилика.* Опсег измерених вредности метеоролошких елемената за свих 137 сетова комплетираних биофикс података за јабукиног смотавца за период 2012-2023 је приказан у табели 2.





Мапа 1. Локалитети мониторинга почетка лета лептира јабукиног смотавца након повезивања биолошких и метеоролошких података

Табела 2. Опсег вредности метеоролошких елемената повољних за почетак лета лептира јабукиног смотавца

Метеоролошки елемент	Опсег измерених вредности
Средња дневна температура ваздуха	2 °C - 22 °C
Максимална дневна температура ваздуха	3 °C - 32 °C
Минимална дневна температура ваздуха	-2 °C - 20 °C
Просечна температура ваздуха у 18 часова	3 °C - 27 °C
Релативна влажност ваздуха (дневна)	32-97%
Просечна релативна влажност ваздуха у периоду од 18 до 23 часа	26-98%
Падавине (дневне)	0 mm - 9,2 mm

Метеоролошки елемент	Опсег измерених вредности
Падавине у периоду од 18 до 23 часа	0 mm - 6 mm
Атмосферски притисак (дневни)	1004 mb -1027 mb
Брзина ветра (дневна)	2 km/h - 26 km/h
Удари ветра (дневни)	0 km/h - 61 km/h
Осунчавање (дневно)	0 h - 14 h

Метеоролошки елементи који су одабрани за даљу анализу и њихове граничне вредности су следећи:

- **Просечна температура ваздуха у 18 часова – T<sub>18</sub>**

Температура ваздуха у сумрак око 15 °C је најчешће цитирана у литератури као најзначајнија за биофикс. Као неповољна временска прилика су дефинисане вредности < 15 °C. Од свих посматраних случајева, у свега 16% је почетак лета лептира регистрован на дан када је просечна температура ваздуха у 18 часова била мања од 15 °C.

- **Просечна релативна влажност ваздуха у периоду од 18 до 23 часа – RH<sub>18-23</sub>**

Период од заласка сунца до поноћи је период када су лептири најактивнији, када лете и копулирају, те је изабрана просечна вредност релативне влажности ваздуха у том периоду. Као неповољна временска прилика су дефинисане вредности: RH<sub>18-23</sub> < 35% и RH<sub>18-23</sub> > 95%. Од свих анализираних случајева, у 6% су лептири уловљени на клопкама у данима када је просечна релативна влажност ваздуха у периоду од 18 до 23 часа била мања од 35% или већа од 95%.

- **Релативна влажност ваздуха (дневна) - RH**

Да би се утврдиле разлике између анализе дневних и часовних вредности једног истог метеоролошког елемента, за један од сценарија по ком се рачуна неодређеност је одабрана дневна вредност релативне влажности ваздуха. Као неповољна временска прилика су дефинисане вредности: RH<sub>18-23</sub> < 35% и RH<sub>18-23</sub> > 95%. Од свих анализираних случајева о почетку лета лептира, у само 2% су вредности релативне влажности ваздуха биле мање од 35% или веће од 95%. ...

- **Падавине у периоду од 18 до 23 часа – Н18-23**

Падавине се у литератури наводе као фактор који може да онемогући хватање лептира на клопкама. Због највеће активности лептира у периоду од 18 до 23 часа, одабране су падавине у том периоду. Како су на располагању биле часовне вредности количине падавина, као неповољна временска прилика је дефинисано преко 3 mm падавина у трајању минимум 3 часа у периоду од 18 до 23 часа. Другим речима, ако је интензитет падавина био мањи и даље су проналажени улови на клопкама. Код само 1,5% анализираних случајева је на дан биофикса регистровано преко 3 mm падавина које су трајале дуже од 3 часа у посматраном периоду. .

- **Атмосферски притисак (дневни) - P**

На располагању су биле само дневне вредности овог метеоролошког елемента. Због недостатка података у литератури, као неповољна временска прилика су дефинисане све вредности ван опсега измерених вредности код 137 анализираних података, а то су:  $1004 \text{ mb} > P > 1027 \text{ mb}$ .

- **Удари ветра (дневни) - WG**

Због недостатка часовних вредности удара ветра, нису дефинисане граничне вредности већ је узето у обзир да ли је посматрани дан било удара ветра или није. У свега 18% података о почетку лета лептира су на тај дан регистровани удари ветра.

## **6.2. Неодређеност почетка лета лептира прве генерације јабукиног смотаваца**

На основу наведених граничних вредности одабраних метеоролошких елемената, израчуната је неодређеност почетка лета лептира јабукиног смотаваца за три сценарија.

### *Сценарио А*

Неодређеност према сценарију А је утврђена у 27% случајева (граф.1). То значи да у 27% посматраних случајева није могуће утврдити да ли су лептири били неспремни за лет или су први лептири могли полетети раније и бити уловљени у клопку али су их у томе онемогућили неповољни временски услови. Неодређеност од два дана је утврђена у 6,6% случајева, од три дана у 5,8% случајева, од четири дана у 3,6% случајева, од пет дана у 2,9% случајева, од шест дана у 2,2% случајева, од седам дана у 1,5% случајева и преко седам дана у 4,4% случајева.

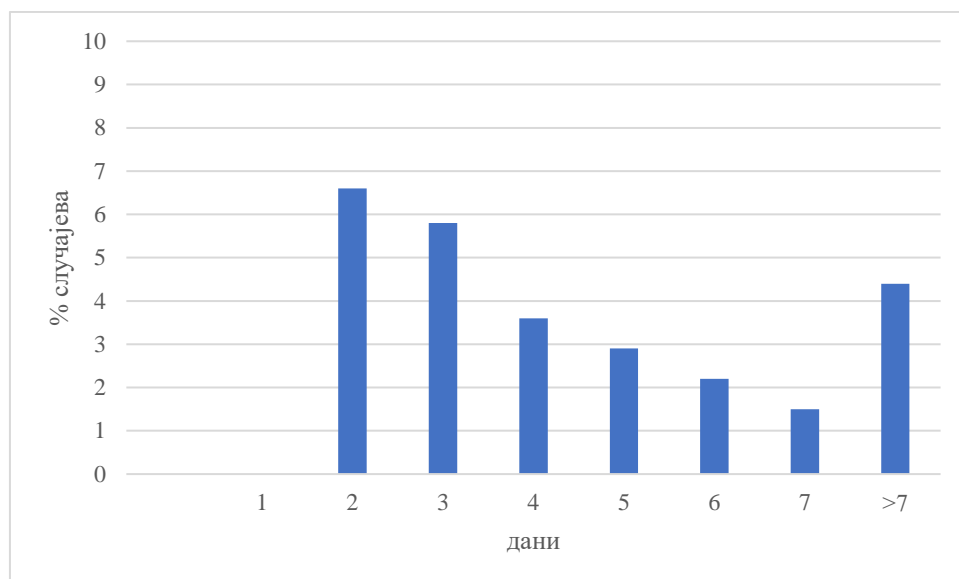


График 1. Неодређеност у данима по сценарију А

Посматрајући све случајеве по сценарију А где је утврђена неодређеност и све дане у оквиру њих који су дефинисани као неповољни за лет лептира, временски услови који су најчешће довели до одлагања лета су просечна температура ваздуха у 18 часова мања од 15 °С, а затим следе падавине у периоду од 18 до 23 часа, релативна влажност ваздуха преко 95%, атмосферски притисак мањи од 1004 mb и на крају атмосферски притисак виши од 1027 mb. Ове неповољне временске прилике су се јављале самостално или у различитим комбинацијама што је приказано у табели 3.

Табела 3. Учесталост неповољних временских прилика по сценарију А

Неповољна временска прилика	Број дана када су регистроване неповољне временске прилике по сценарију А	% у односу на укупан број дана дана када су регистроване неповољне временске прилике по сценарију А
T <sub>18</sub> < 15 °С	99	79,2
T <sub>18</sub> < 15 °С, Н <sub>18-23</sub> > 3mm	10	8
T <sub>18</sub> < 15 °С, RH > 95%	5	4
T <sub>18</sub> < 15 °С, Н <sub>18-23</sub> > 3mm, RH > 95%	3	2,4
Н <sub>18-23</sub> > 3mm	2	1,6
RH > 95%	2	1,6
T <sub>18</sub> < 15 °С, P > 1027 mb	1	0,8

Неповољна временска прилика	Број дана када су регистроване неповољне временске прилике по сценарију А	% у односу на укупан број дана дана када су регистроване неповољне временске прилике по сценарију А
$T_{18} < 15 \text{ }^\circ\text{C}$ , $RH > 95\%$ , $P < 1004 \text{ mb}$	1	0,8
$RH > 95\%$ , $P < 1004 \text{ mb}$	1	0,8
$P < 1004 \text{ mb}$	1	0,8

### Сценарио Б

Неодређеност према сценарију Б је утврђена у 42,3% случајева (граф. 2). Неодређеност од два дана је утврђена у 10,2% случајева, од три дана у 9,5% случајева, од четири дана у 8% случајева, од пет дана у 2,9% случајева, од шест дана у 2,2% случајева, од седам дана у 2,2% случајева и преко (више од) седам дана у 7,3% случајева.

Овако висок проценат утврђене неодређености је последица тога што за ударе ветра није дефинисана гранична вредност већ је у обзир узето само да ли је тај дан било удара ветра или није.

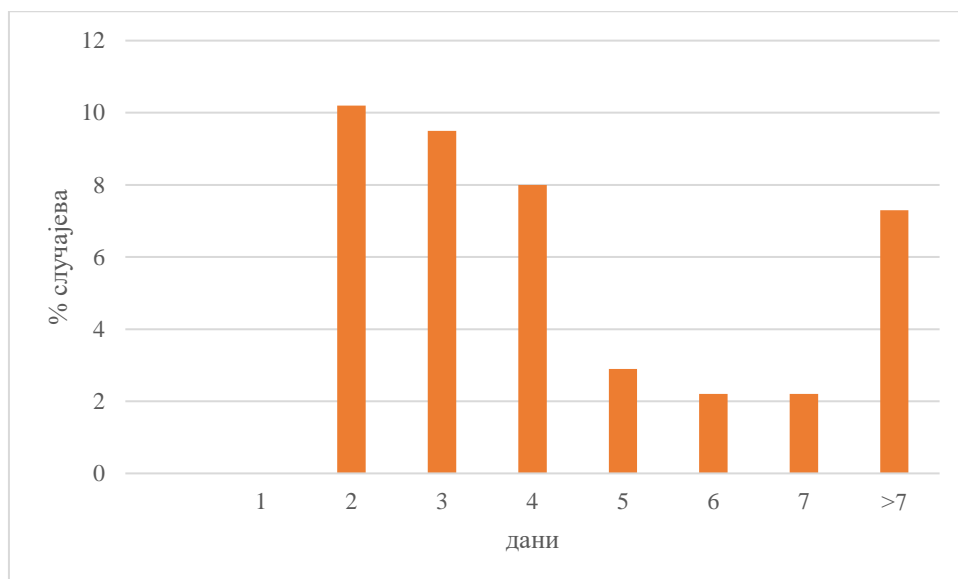


График 2. Неодређеност у данима по сценарију Б

Узимајући у обзир све случајеве по сценарију Б где је утврђена наодређеност и све дане који су дефинисани као неповољни за лет лептира, најчешће неповољне временске прилике које су регистроване су редом: просечна температура ваздуха у 18 часова мања од 15 °С, удари ветра, падавине у периоду од 18 до 23 часа које су биле преко 3 mm у трајању минимум 3 часа, релативна влажност ваздуха преко 95%, атмосферски притисак мањи од 1004 mb, атмосферски притисак виши од 1027 mb и релативна влажност ваздуха мања од 35%. Учесталост и комбинације појаве неповољних временских прилика по сценарију Б се налазе у табели 4.

Табела 4. Учесталост неповољних временских прилика по сценарију Б

<b>Неповољна временска прилика</b>	<b>Број дана када су регистроване неповољне временске прилике по сценарију Б</b>	<b>% у односу на укупан број дана дана када су регистроване неповољне временске прилике по сценарију Б</b>
T <sub>18</sub> < 15 °С	90	47,6
W <sub>g</sub>	42	22,2
T <sub>18</sub> < 15 °С, W <sub>g</sub>	24	12,8
T <sub>18</sub> < 15 °С, H <sub>18-23</sub> > 3mm	6	3,2
T <sub>18</sub> < 15 °С, vRH	4	2,1
T <sub>18</sub> < 15 °С, H <sub>18-23</sub> > 3mm, W <sub>g</sub>	3	1,6
T <sub>18</sub> < 15 °С, H <sub>18-23</sub> > 3mm, RH > 95%	3	1,6
P < 1004 mb	3	1,6
RH > 95%, W <sub>g</sub>	2	1,1
H <sub>18-23</sub> > 3mm, W <sub>g</sub>	2	1,1
T <sub>18</sub> < 15 °С, RH > 95%, W <sub>g</sub>	2	1,1
T <sub>18</sub> < 15 °С, P < 1004 mb	1	0,5
H <sub>18-23</sub> > 3mm	1	0,5
H <sub>18-23</sub> > 3mm, RH > 95%, W <sub>g</sub>	1	0,5
T <sub>18</sub> < 15 °С, P > 1027 mb	1	0,5
T <sub>18</sub> < 15 °С, RH > 95%, P < 1004 mb	1	0,5
RH > 95%, P < 1004 mb	1	0,5
RH < 35%, W <sub>g</sub>	1	0,5
P > 1027 mb	1	0,5

### Сценарио В

Неодређеност према сценарију В је утврђена у 29,9% случајева (граф. 3). Лептири су у 8% случајева могли полетети два дана раније, у 5,8% случајева три дана раније, у 3,6% случајева четири дана раније, у 2,9% случајева пет дана раније, у 2,2% случајева шест дана раније, у 2,2% случајева седам дана раније и у 5,1% случајева преко седам дана раније.

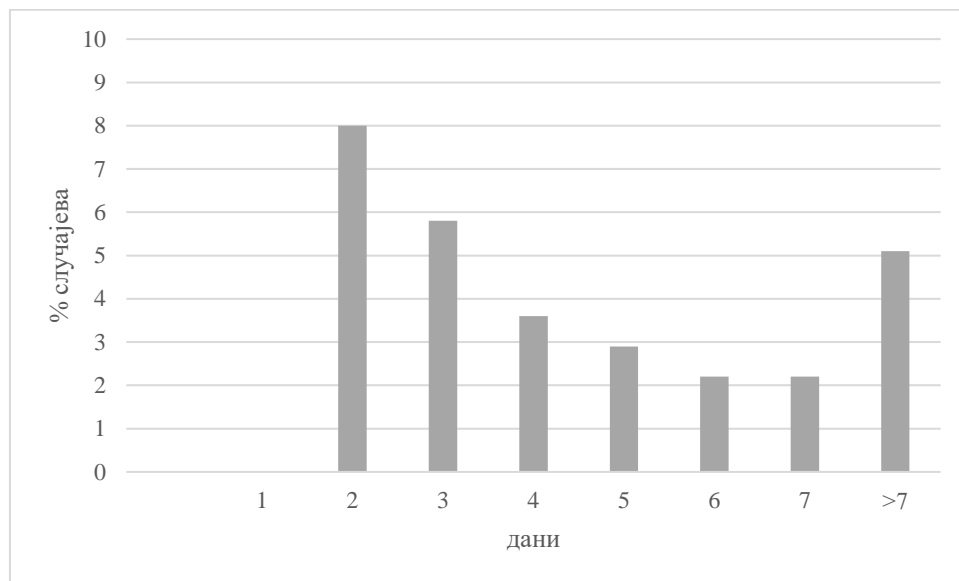


График 3. Неодређеност у данима по сценарију В

Посматрајући све случајеве где је утврђена неодређеност по сценарију В и све дане који су дефинисани као неповољни за лет лептира, неповољне временске прилике по сценарију В су се по учесталости јављале следећим редоследом: просечна температура ваздуха у 18 часова мања од 15 °С, просечна релативна влажност ваздуха од 18 до 23 часа преко 95%, падавине у периоду од 18 до 23 часа које су биле преко 3 mm у трајању минимум 3 часа, просечна релативна влажност ваздуха од 18 до 23 часа мања од 35%, атмосферски притисак мањи од 1004 mb, атмосферски притисак виши од 1027 mb. Ове неповољне временске прилике су се јављале самостално или у различитим комбинацијама што је приказано у табели 5.

Табела 5. Учесталост неповољних временских прилика по сценарију В

<b>Неповољна временска прилика</b>	<b>Број дана када су регистроване неповољне временске прилике по сценарију В</b>	<b>% у односу на укупан број дана дана када су регистроване неповољне временске прилике по сценарију В</b>
T <sub>18</sub> < 15 °C	98	70
T <sub>18</sub> < 15 °C, RH <sub>18-23</sub> > 95%	11	8
T <sub>18</sub> < 15 °C, H <sub>18-23</sub> > 3mm	9	6,4
RH <sub>18-23</sub> < 35%	7	5
T <sub>18</sub> < 15 °C, H <sub>18-23</sub> > 3mm, RH <sub>18-23</sub> > 95%	6	4,3
RH <sub>18-23</sub> > 95%	3	2,1
H <sub>18-23</sub> > 3mm, RH <sub>18-23</sub> > 95%	2	1,4
RH <sub>18-23</sub> > 95%, P < 1004 mb	1	0,7
T <sub>18</sub> < 15 °C, RH <sub>18-23</sub> > 95%, P < 1004 mb	1	0,7
T <sub>18</sub> < 15 °C, P < 1004 mb	1	0,7
P < 1004 mb	1	0,7

На графику 4. је приказана учесталост неповољних временских прилика по сва три сценарија уколико се изузму удари ветра из сценарија Б. У сва три сценарија је по учесталости на првом месту температура ваздуха у 18 часова мања од 15 °C. Између сценарија А и сценарија Б разлика се односи само на присуство удара ветра. Међутим, уколико се у обзир узму удари ветра, проценат израчунате неодређености се са 27 повећава на 42,3. Овако велика разлика је последица тога што за ударе ветра није дефинисано које вредности се сматрају неповољне за лет лептира. Као неповољна временска прилика је дефинисано само постојање удара ветра, без обзира на измерене вредности за тај дан. На овакав концепт је утицала и чињеница да су за ударе ветра на располагању биле само дневне вредности а не и часовне и није се могла сагледати неповољност удара ветра у периоду највеће активности лептира (од 18 до 23 часа) на основу које би се дефинисале граничне вредности.



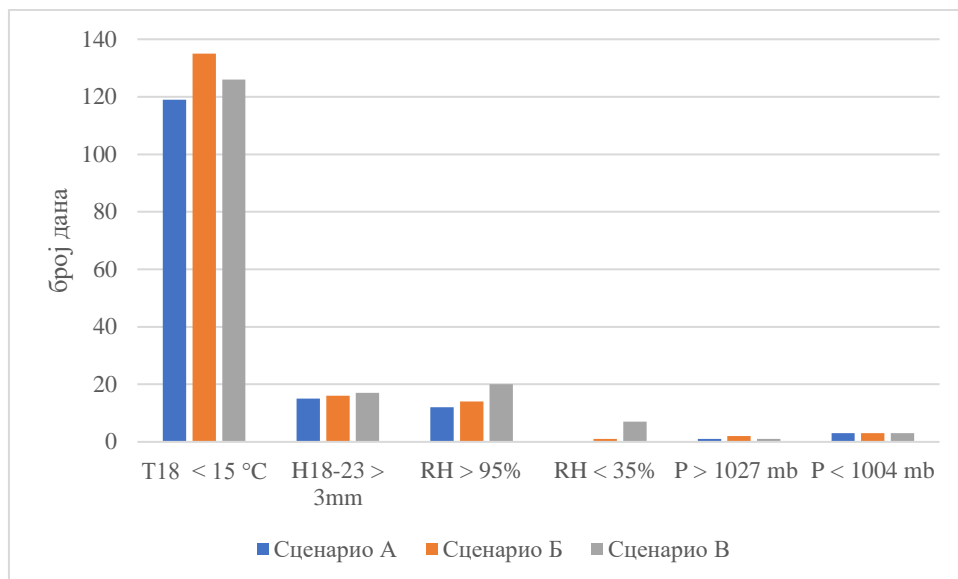


График 4. Учесталост неповољних временских прилика (изузев удара ветра) по сценаријима

Сценарији А и В су креирани како би утврдили значај временског размера (час, дан) метеоролошких елемената за одређивање неодређености неповољних временских прилика за биофикс. У сценарију А је један од критеријума за утврђивање неодређености била средња дневна вредност релативне влажности ваздуха ван дефинисаних граница ( $35\% > RH > 95\%$ ), а у сценарију В просечна часовна вредност релативне влажности ваздуха у периоду од 18 до 23 часа ( $35\% > RH_{18-23} > 95\%$ ).

Утврђено је неколико разлика у добијеним вредностима за неодређеност. У сценарију А, неповољна временска прилика која се по учесталости налази на другом месту су падавине, а у сценарију В релативна влажност ваздуха у периоду од 18 до 23 часа. У сценарију А је средња дневна релативна влажност ваздуха била ограничавајући фактор лета лептира током 12 дана, а у сценарију В просечна часовна вредност релативне влажности од 18 до 23 часа током 27 дана.

У табели 6 су приказани случајеви по сценарију В када су ниске вредности релативне влажности ваздуха у периоду од 18 до 23 часа биле ограничавајући фактор лета лептира. Може се видети да би се по критеријуму из сценарија А само два дана од седам сматрали

неповољном временском приликом. Све ово указује да часовне анализе пружају јаснију слику услова који могу да ограниче лет лептира.

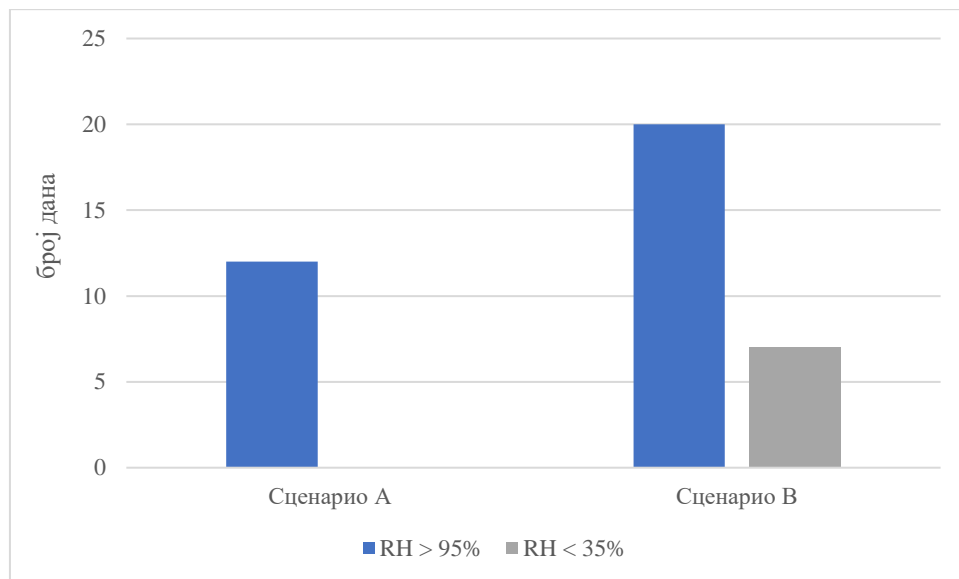


График 5. Број дана са неповољним вредностима релативне влажности ваздуха у сценарију А и В

У данима када је релативна влажност ваздуха по сценарију В била испод установљених граница (таб. 6), максимална температура ваздуха је била висока (од 20 °C до 26 °C) што је за април месец (DoY од 102 до 116) неубичајено јер је нормална максимална температура ваздуха за месец април у Србији 17, 7 °C (<https://www.hidmet.gov.rs/>). У таквим условима је могуће да је активност лептира смањена услед његовог хлађења. Наиме, Vuxton (1932) наводи да многи инсекти могу да смање своју температуру испод температуре окружења уколико се нађу у ваздуху који је сувљи од нормалног и уколико је температура ваздуха преко 20 °C, како би смањили испаравање са површине тела.

Табела 6. Приказ метеоролошких услова у данима када су регистроване ниске вредности релативне влажности ваздуха у периоду од 18 до 23 часа

AMS	Година	DOY	Tmax	T18	RH	RH18-23
_00000E8B	2020	102	23	20	51	34
_00001171	2020	101	23	21	29	32
_00001171	2020	102	20	19	35	34
_00001171	2020	103	23	21	36	30
_00001171	2020	104	25	23	29	24
_00001171	2020	107	21	20	46	33
_00001835	2017	116	26	22	53	29

**Анализа осетљивости PIS.СМ фенолошког модела на промене биофикса.** За десет насумично одабраних сетова података који укључују различите локалитете и године, утврђена неодређеност по сценарију А, Б и В је искоришћена за израчунавање могућег датума за биофикс („коригована“ вредност у даљем тексту). Паралелно су покренута два фенолошка модела са различитим вредностима биофикса, осмотреним и коригованим. У табелама 7, 8 и 9 је редом према сценарију А, Б и В приказана разлика у данима у наступању значајних биолошких догађаја у животном циклусу штеточине уколико се почетак лета лептира помери раније. Као најзначајнији биолошки догађаји на основу којих се доносе одлуке о примени хемијских мера заштите су приказани почетак полагања јаја и почетак пиљења гусеница и за прву и за другу генерацију.

Табела 7. Разлике у симулираним вредностима наступања биолошких догађаја јабукиног смотавца након редукције биофикса по сценарију А

Локалитет	Неодређеност у данима	ПОЧ. ЛЕТА	ПОЧ. ЛЕТА	РАЗЛИКА У ДАНИМА У НАСТУПАЊУ БИОЛОШКИХ ДОГАЂАЈА			
		осмотрено	кориговано	ПОЧ. ПОЛАГАЊА ЈАЈА I ГЕН	ПОЧ. ПИЉЕЊА ГУСЕНИЦА I ГЕН	ПОЧ. ПОЛАГАЊА ЈАЈА II ГЕН	ПОЧ. ПИЉЕЊА ГУСЕНИЦА II ГЕН
Ченеј	2	6.4.2019.	4.4.2019.	2	3	1	1
Ченеј	3	25.4.2021.	22.4.2021.	1	1	1	0
Винча	4	14.4.2019.	10.4.2019.	1	1	1	1
Ц. Црква	4	19.4.2014	15.4.2014.	0	0	0	0
Липница	5	28.4.2023.	23.4.2023.	2	1	1	1
Кањижа	5	13.4.2014.	8.4.2014.	1	2	1	0
Луњевац	6	20.4.2014.	14.4.2014.	1	1	0	0
Пирот	6	21.4.2022.	15.4.2022.	2	1	0	0
Винча	7	22.4.2022.	15.4.2022.	1	1	0	1
Ириг	7	16.4.2020.	9.4.2020.	4	5	2	3

Табела 8. Разлике у симулираним вредностима наступања биолошких догађаја јабукиног смотавца након редукције биофикса по сценарију Б

Локалитет	Неодређеност у данима	ПОЧ. ЛЕТА	ПОЧ. ЛЕТА	РАЗЛИКА У ДАНИМА У НАСТУПАЊУ БИОЛОШКИХ ДОГАЂАЈА			
		осмотрено	кориговано	ПОЧ. ПОЛАГАЊА ЈАЈА I ГЕН	ПОЧ. ПИЉЕЊА ГУСЕНИЦА I ГЕН	ПОЧ. ПОЛАГАЊА ЈАЈА II ГЕН	ПОЧ. ПИЉЕЊА ГУСЕНИЦА II ГЕН
Ченеј	4	6.4.2019.	2.4.2019.	10	7	1	1
Ченеј	>7	25.4.2021.	18.4.2021.	>1	>1	>1	>1
Винча	4	14.4.2019.	10.4.2019.	1	1	1	1
Ц. Црква	4	19.4.2014	15.4.2014.	0	0	0	0
Липница	5	28.4.2023.	23.4.2023.	2	1	1	1
Кањижа	5	13.4.2014.	8.4.2014.	1	2	1	0
Луњевац	>7	20.4.2014.	13.4.2014.	>1	>1	>0	>0
Пирот	6	21.4.2022.	15.4.2022.	2	1	0	0
Винча	7	22.4.2022.	15.4.2022.	1	1	0	1
Ириг	3	16.4.2020.	13.4.2020.	2	1	0	0

Табела 9. Разлике у симулираним вредностима наступања биолошких догађаја јабукиног смотавца након редукције биофикса по сценарију В

Локалитет	Неодређеност у данима	ПОЧ. ЛЕТА	ПОЧ. ЛЕТА	РАЗЛИКА У ДАНИМА У НАСТУПАЊУ БИОЛОШКИХ ДОГАЂАЈА			
		осмотрено	кориговано	ПОЧ. ПОЛАГАЊА ЈАЈА I ГЕН	ПОЧ. ПИЉЕЊА ГУСЕНИЦА I ГЕН	ПОЧ. ПОЛАГАЊА ЈАЈА II ГЕН	ПОЧ. ПИЉЕЊА ГУСЕНИЦА II ГЕН
Ченеј	2	6.4.2019.	4.4.2019.	2	3	1	1
Ченеј	3	25.4.2021.	22.4.2019.	1	1	1	0
Винча	4	14.4.2019.	10.4.2019.	1	1	1	1
Ц. Црква	4	19.4.2014	15.4.2014.	0	0	0	0
Липница	5	28.4.2023.	23.4.2023.	2	1	1	1
Кањижа	5	13.4.2014.	8.4.2014.	1	2	1	0
Луњевац	6	20.4.2014.	14.4.2014.	1	1	0	0
Пирот	6	21.4.2022.	15.4.2022.	2	1	0	0
Винча	7	22.4.2022.	15.4.2022.	1	1	0	1
Ириг	3	16.4.2020.	13.4.2020.	2	1	0	0

Као што се може видети из табеле 7, 8 и 9, у девет од десет случајева су утврђене разлике у симулираним вредностима наступања биолошких догађаја јабукиног смотавца по сва три сценарија. У свих девет случајева је дошло до раније појаве симулираних вредности биолошких догађаја. По сценарију А, разлике се крећу од један до пет дана, по сценарију Б од један до десет дана и по сценарију В од један до три дана. По сценарију Б где је у два случаја неодређеност била  $> 7$  дана (Ченеј, 2021 и Луњевац, 2014), нису могле тачно да се одреде кориговане вредности биофикса, па самим тим нису могле тачно да се израчунају ни симулиране вредности наступања кључних биолошких догађаја. У тим случајевима је узето да је неодређеност 7 и на основу тога је коригован биофикс и израчунате су симулиране вредности наступања биолошких догађаја. Након редукције биофикса од 7 дана, израчунате разлике у наступању биолошких догађаја су 0 и 1 дан и у табели 8 су ови резултати представљени као  $> 0$  и  $> 1$ . Повећање неодређености не прати пропорционално повећање разлика у данима у наступању почетка полагања јаја и почетка пиљења гусеница. Колика ће бити разлика и да ли ће је уопште бити, првенствено зависи од температуре ваздуха која је једини улазни параметар у изради фенолошког модела.

Разлика је већа што је средња дневна температура ваздуха након редукованог почетка лета лептира већа и самим тим је и акумулација топлоте већа и бржи је развој инсекта.

Такође, може се видети да су разлике веће код симулације догађаја прве генерације него друге. Ова чињеница је последица виших температура ваздуха током јуна и јула када се развија друга генерација и када се на дневном нивоу акумулирају значајно већи износи степен-дана. То значи да се по моделу брже одиграва прелазак једног стадијума развоја јабукиног смотавца у други и скраћује се њихов развој у данима па самим тим је и мања разлика у симулираним вредностима биолошких догађаја код друге генерације.

Утврђене разлике у наступању биолошких догађаја су изузетно важне са аспекта примене инсектицида и заштите јабука од убушивања гусеница. Гусенице се за кратко време након пиљења убушују у плодове. Рецимо, Лекић (1950) наводи да се највећи број гусеница убуши у плод за 20-30 минута након пиљења, док Gut and McGhee (2014) наводе да се младе гусенице хране и улазе у плод у року од неколико сати од пиљења. Грешке у тумачењу почетка пиљења гусеница од свега један дан могу довести до штета. У интензивној производњи јабука толерише се 1% нападнутих плодова, међутим произвођачи покушавају да тај број смање испод 0,5% (Balaško *et al.*, 2020). Имајући све ово у виду, интензивна производња јабука и производња која је извозно оријентисана захтева производњу плодова без оштећења и присуства гусеница у плодовима што је једино могуће правовременом применом мера заштите. За правовремену примену инсектицида је кључно прецизно познавање почетка наступања најважнијих догађаја попут почетка полагања јаја и почетка пиљења гусеница које се одређују на основу тачно утврђеног почетка лета лептира.

### **6.3. Очекивани утицај климатских промена на биофикс**

Како је температура ваздуха најзначајнији фактор који може да онемогући лет лептира, да би смо проценили утицај климатских промена на почетак лета лептира прве генерације анализирани су очекиване промене температуре ваздуха од марта до маја (МAM) за период 2001-2030 и 2071-2100. Према доступним подацима из климатских модела, промене температуре за период МAM у првих тридесет година овог века ће се кретати у опсегу од -0,1 °C до 0,4 °C, а за последњих тридесет година овог века од 3,3 °C до 3,8 °C

(Лалић и сар., 2021). Као последица директног утицаја повећања пролећних температура може се очекивати ранија појава лептира. Међутим повећање температура ваздуха у комбинацији са ниским вредностима релативне влажности ваздуха (IPCC, 2021) може имати негативан утицај на активност лептира.

Према нашој анализи, падавине су други односно трећи фактор по значају за лет лептира. Очекивани ефекти климатских промена на падавински режим појединих региона у Србији се значајно разликују (Лалић и сар., 2021) те нисмо у могућности да направимо начелну анализу утицаја као када се ради о температури и релативној влажности ваздуха. Анализиран је локалитет Палић који се налази у општини Суботица где је по површинама заступљена највећа производња јабука у Србији. Упоређујући периоде 1961-1990 и 1981-2010, у периоду од марта до децембра за овај локалитет, забележен је пораст средње месечне количине падавина. Битно је нагласити да пораст максималне дневне количине падавина у марту није пратила промена средње месечне количине падавина. Овај податак указује на смањење броја дана са падавинама уз повећање њиховог интензитета. Сличан тренд је забележен и на глобалном нивоу јер су промене у динамици падавина повезане са глобалним променама температуре. Повећање температуре доводи до повећања апсорпционе моћи атмосфере и доводи до учесталије појаве падавина већег интензитета, нарочито када се ради о конвективним падавинама (Лалић и сар., 2021). Све ово упућује на закључак да се у наредним годинама може очекивати повећање неодређености почетка лета лептира узроковано и обилним падавинама.

## 7. ЗАКЉУЧАК

- На основу анализе временских услова на дан почетка лета лептира јабукиног смотавца у периоду 2012-2023 са 45 локалитета, дефинисане су неповољне временске прилике које могу да одложе лет лептира јабукиног смотавца и њихове улове на феромонским клопкама. То су: просечна температура ваздуха у 18 часова мања од 15 °С, падавине у периоду од 18 до 23 часа преко 3 mm у трајању минимум 3 часа, дневна као и просечна релативна влажност ваздуха од 18 до 23 часа нижа од 35% и виша од 95%, атмосферски притисак нижи од 1004 mb и виши од 1027 mb и присуство удара ветра.
- У зависности од тога која је неповољна временска прилика укључена у анализу, неодређеност као број дана између дана првог улова лептира на клопкама и најближег дана пре тога када су временски услови дозвољавали лет одраслих јединки је утврђена код 27% података о почетку лета лептира по сценарију А, у 42,3% података о почетку лета лептира по сценарију Б и у 29,9% података о почетку лета лептира по сценарију В. Неодређеност се кретала од два дана до преко седам дана.
- У сва три сценарија, најчесталија временска неприлика која је ометала лет лептира је просечна температура ваздуха у 18 часова мања од 15 °С, затим падавине у периоду од 18 до 23 часа преко 3 mm у трајању минимум 3 часа односно просечна релативна влажност ваздуха од 18 до 23 часа нижа од 35% и виша од 95%.



- Упоредивањем неодређености по сценарију А и В који су креирани како би се утврдиле разлике уколико се за исти метеоролошки елемент (релативну влажност ваздуха) користе дневне односно просечне часовне вредности у периоду од 18 до 23 часа, утврђено је повећање неодређености у случају анализе часовних вредности што указује да приоритет у анализама треба дати часовним вредностима.
- Утврђене су разлике у симулираним вредностима наступања биолошких догађаја по фенолошком моделу након имплементације неодређености и редукције биофикса код сва три сценарија. У зависности од године, локалитета, сценарија по ком је израчуната неодређеност и саме неодређености, разлика у наступању почетка полагања јаја и почетка пиљења гусеница за обе генерације се кретала од 1 до 10 дана.
- Утврђене разлике у наступању биолошких догађаја указују на практичан значај неодређености приликом доношења одлука о примени хемијских мера заштите поготово имајући у виду низак праг толеранције оштећених плодова. Грешке од свега једног дана у примени инсектицида могу да доведу до настанка штета.
- Како се према доступним подацима из климатских модела очекује повећање температуре ваздуха до краја овог века, у наредном периоду се може очекивати ранија појава лептира као директна последица повећања температуре. Међутим повећање температура ваздуха у комбинацији са ниским вредностима релативне влажности ваздуха може имати негативан утицај на активност лептира. Повећање температуре доводи до повећања капацитета задржавања воде у атмосфери и доводи до појаве обилнијих али ређих падавина што се може негативно одразити на активност лептира и улове на феромонским клопкама.

## 8. ЛИТЕРАТУРА

- Aghdam, H.R. (2015): Are pheromone traps applicable to forecast an insect pest phenology? A case study on codling moth, *Journal of Crop Protection*, 4 (1), 121-130.
- Ahmad, T. R., Ali, M., Hamad, B. (1995): Using degree-days model to determine the optimum spray timing for the codling moth *Cydia pomonella* (L.) (Lep., Olethreutidae). *Journal of Applied Entomology*, 119, 143-144.
- Алмаши, Р., Ињац, М., Алмаши, С. (2004): Штетни и корисни организми јабучастих воћака. Пољопривредни факултет, Нови Сад, 168.
- Alston, D. G., Reding, M. E. (2011): Codling moth, *Cydia pomonella*. Orchard IPM Series HG/Orchard/08. Archived Utah State University Extension Publications, Paper 972.
- Altermatt, F., 2009. Climatic warming increases voltinism in European butterflies and moths. *Royal Society Publishing*, 277, 1281–1287.
- Barros-Parada, W., Knight, A. L., Fuentes-Contreras, E. (2015): Modeling codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) phenology and predicting egg hatch in apple orchards of the Maule region, Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 75 (1), 57-62.
- Blomefield, T. L., Knight, A. L. (2000): Codling moth management: Monitoring methods, control guidelines and predictive models. XXI International Congress of Entomology, Brazil, p. 644.
- Bondonno, N. P., Bondonno, C. P., Ward, N.C., Hodgson, J. M., Croft, K.D. (2017): The cardiovascular health benefits of apples: Whole fruit vs. isolated compounds. *Trends in Food Science and Technology*, 69, 243-256.
- Boyer, J., Liu, R.H. (2004): Apple phytochemicals and their health benefits. *Nutrition Journal*, 3, 5.

Buxton, P.A. (1932): Terrestrial insects and the humidity of the environment. *Biological reviews*, 7, 4, 275-320.

Commission Decision 2009/128/EC of 21 October 2009 establishing a framework for Community action to achieve the sustainable use of pesticides.

Damos, P., Escudero Colomar, L-A., Ioriatti, C. (2015): Integrated Fruit Production and Pest Management in Europe: The apple case study and how far we are from the original concept? *Insects*, 6, 626-657.

Damos, P., Kouloussis, N., Koveos, D. (2018): A degree-day phenological model for *Cydia pomonella* and its validation in a Mediterranean climate, *Bulletin of Insectology*, 71 (1), 131-142.

Damos, P., Soulopoulou, P. (2018): Stage-specific probabilistic phenology model of *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) using laboratory maximum likelihood parameter estimates, *Journal of Applied Entomology*, 143, 250-261.

Друштво за заштиту биља Србије (2023): Средства за заштиту биља у промету у Србији (2023), Биљни лекар, 51, 1-2. Пољопривредни факултет, Департман за фитомедицину и заштиту животне средине, Нови Сад, Србија.

EPPO Standards (2003): Good plant protection practice PP 2/1 (1). Guidelines on good protection practice Pome fruits PP 2/18 (1). European and mediterranean Plant Protection Organization, OEPP/EPPO Bulletin 33, 87-89.

Franck, P., Reyes, M., Olivares, J., Sauphanor, B. (2007): Genetic architecture in codling moth populations: comparison between microsatellite and insecticide resistance markers. *Molecular Ecology*, 16 (17), 3554-3564.

Graf, B., Höhn, H., Hopli, H., Kuske, S. (2018): Predicting the phenology of codling moth, *Cydia pomonella*, for sustainable pest management in Swiss apple orchards, *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 166, 618-627.

Gut, L., McGhee, P. (2014): Codling moth. In *Compendium of Apple and Pear Diseases and Pests*, Second edition, Sutton, T.B., Aldwinckle, H.S., Agnello, A. M., Walgenbach, J.F., Eds, The American Phytopathological Society, Minnesota, USA.

IPCC (2021): Chapter 2. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Gulev, S.K., P.W. Thorne, J. Ahn, F.J. Dentener, C.M. Domingues, S. Gerland, D. Gong, D.S. Kaufman, H.C. Nnamchi, J. Quaas, J.A. Rivera, S. Sathyendranath, S.L. Smith, B. Trewin, K. von Schuckmann, and R.S. Vose, 2021: *Changing State of the Climate System*. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 287–422.

Jiang, D., Chen, S., Hao, M., Fu, J., Ding, F. (2018): Mapping the Potential Global Codling Moth (*Cydia pomonella* L.) Distribution Based on a Machine Learning Method. *Scientific reports*, 8 (1), 13093.

Jones, V., Hilton, R., Brunner, J., Bentley, W., Alston, D., Barrett, B., Van Steenwyk, R., Hull, L., Walgenbach, J., Coatesi, W., Smith, T. (2013): Predicting the emergence of the codling moth, *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae), on a degree-day scale in North America. *Pest Management Science*, 69, 1393-1398.

Кесеровић, З., Магазин, Н., Курјаков, А., Дорић, М., Гошић, Ј., (2014): Попис пољопривреде 2012. Пољопривреда у Републици Србији. Воћарство. Републички завод за статистику.

Knight, A. L. (2007): Adjusting the Phenology Model of Codling Moth (Lepidoptera: Tortricidae) in Washington State Apple Orchards. *Environmental Entomology*, 36(6), 1485-1493.

Knight, A. L., Light, D. M. (2005): Timing of egg hatch by early-season codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) predicted by moth catch in pear ester- and codlemone-baited traps. *Canadian Entomologist*, 137, 728–738.

Колектив аутора (редакција Вукасовић, П. 1962): Штеточине у биљној производњи. II специјални део, Завод за издавање уџбеника СР Србије, Београд, 598.

Колектив аутора (уредник Чампраг, Д. 1983): Приручник извештајне и прогнозне службе заштите пољопривредних култура. Савез друштава за заштиту биља Југославије, Београд, 682.

Крњајић, С., Ињац, М. (2000): Јабукин смотавац (*Cydia pomonella*) Tortricidae. Биљни лекар, 28, 6, 526-529.

Лалић, Б., Ејцингер, Ј., Даламарта, А., Орландини, С., Фирањ Сремац, А., Пахер, Б. (2021): Метеорологија и климатологија за агрономе. Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет у Новом Саду.

Lalić, B., Marčić, M., Sremac, A.F., Eitzinger, J., Koči, I., Petrić, T., Ljubojević, M. and Jezerkić, B. (2020): Landscape Phenology Modelling and Decision Support in Serbia. In Landscape Modelling and Decision Support; Mirschel, W., Terleev, V.V., Wenkel, K.-O., Eds.; Innovations in Landscape Research; Springer International Publishing: Cham, Switzerland, 567-593.

Лекић, М. (1950): Биологија јабучног смотавца на територији НР Србије и мере за његово сузбијање. Заштита биља, 1, 32-65.

Лекић, М. (1958): О неким питањима из биологије јабукиног смотавца. Заштита биља, 45, 91-104.

Lacey, L., Unruh, T. (2005): Biological control of codling moth (*Cydia pomonella*, Lepidoptera: Tortricidae) and its role in integrated pest management, with emphasis on entomopathogens. Monograph. Vedalia, 12 (1), 33-60.

Магазин, Н., Милић, Б., Кесеровић, З. (2022): Производња и сортимент јабуке у Србији. Биљни лекар, 6, 411-426.

Marčić, M., Lalić, B. (2022): Does changing climate in Serbia affect codling moth presence in Serbian orchards? 2nd AGROECOINFO: 30 June-2 July 2022, Volos, Greece, Proceedings pp 52-58.

Miletić, N., Tamaš, N., Graora, D. (2011): The control of codling moth (*Cydia pomonella* L.) in apple trees. *Žemdirbystė=Agriculture*, 98, 2, 213–218.

Nelson, C., Esch, E., Kimmie, S., Tesche, M., Philip, H., Arthur, S. (2021): Putting the steril insect technique into the modern integrated pest management toolbox to control the codling moth in Canada, 111-127. In Hendrichs, J., Pereira, R. and Vreysen, M.J.B., Eds.; Area-Wide Integrated Pest Management: Development and Field Application, CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.

Nietschke, B.S., Magarey, R.D., Borchert, D.M., Calvin, D.D., Jones, E. (2007): A developmental database to support insect phenology models. *Crop Protection*, 26, 1444–1448.

Nikolić, K., Selamovska, A., Nikolić, Z., Babović Djordjević, M. (2017): The influence of the anthropogenic factor on the biodiversity of codling moth natural enemies. 3<sup>rd</sup> international symposium for agriculture and food – ISAF 2017.

Nowinszky, L., Puskás, J., Barczikai, G. (2012): Influence of Daily Temperature Ranges on the Pheromone Trap Catch of Harmful Microlepidoptera Species. *Journal of Advanced Laboratory Research in Biology*, Volume III, Issue IV.

Pajač, I., Pejić, I., Barić, B. (2011): Codling Moth, *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) – Major Pest in Apple Production: an Overview of its Biology, Resistance, Genetic Structure and Control Strategies. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 76, 2 (87-92).

Pitcairn, M. J., Zalom, F. G., Rice, R.E. (1992): Degree-Day Forecasting of Generation Time of *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) Populations in California. *Environmental Entomology*, 21, 3, 441-446.

Pitcairn, M., Zalom, F., Bentley, W. (1990): Weather Factors Influencing Capture of *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) in Pheromone Traps During Overwintering Flight in California. *Environmental Entomology*, 19, 5, 1253–1258.

Pluciennik, Z. (2013): The control of codling moth (*Cydia pomonella* L.) population using mating disruption method. *Journal of Horticultural Research*, 21(1), 65-70.

Riedl, H., Croft, B. A., Howitt, A. J. (1976): Forecasting codling moth phenology based on pheromone trap catches and physiological-time models. *The Canadian Entomologist*, 108, 5, 449-460.

Setyobudi, L. (1990): Seasonality of Codling Moth, *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Olethreutidae) in the Willamette Valley of Oregon: Role of Photoperiod and Temperature. Doctoral dissertation, Oregon State University.

Shaffer, P., Gold, H. (1985): A simulation model of population dynamics of the codling moth, *Cydia pomonella*. *Ecological Modelling*, 30, 247-274.

Somsai, P.A., Ghizdavu, I., Oltean, I., Oprean, I., Gansca, L., Harsan, E., Raica, P., Vlaicu, B. (2008): Pheromonal control of the codling moth, *Cydia pomonella* L., by an experimental attract and kill formulation. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca: Horticulture*, 65 (1), 290-295.

Тамаш, Н., Милетић, Н., Сретеновић, М., Голијан, Ј. (2014): Ефикасност авермектина, диамида и неоникотиноида у сузбијању јабуковог смотавца (*Cydia pomonella*) на јабуци. *Биљни лекар*, 42, 1.

Thistlewood, H.M.A., Judd., G.J.R. (2019): Twenty-five Years of Research Experience with the Sterile Insect Technique and Area-Wide Management of Codling Moth, *Cydia pomonella* (L.), in Canada. *Insects*, 10, 292.

Тим приређивача (2022): Пестициди у пољопривреди и шумарству у Србији. Двадесет прво, измењено и допуњено издање. Друштво за заштиту биља Србије, Београд.

Vasylieva, N., James, H (2021): Production and trade patterns in the world apple market. *Innovative Marketing* , 17(1), 16-25.

Witzgall, P., Kirsch, P., Cork, A. (2010): Sex Pheromones and Their Impact on Pest Management. *Journal of Chemical Ecology*, 36, 80-100.

Zada, H., Saljoqi, A. U. R. (2015): Field study of pheromone trap catches of codling moth *Cydia pomonella* (L) (Lepidoptera; Tortricidae) in relation to weather parameters at Madyan Swat Pakistan. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 3 (2), 337-342.

Интернет странице:

<http://www.pissrbija.com:8888/ISPIS/> (Датум приступа: 1.6.2023.)

[http://www.pisvojvodina.com/Shared%20Documents/AMS\\_pristup.aspx](http://www.pisvojvodina.com/Shared%20Documents/AMS_pristup.aspx) (Датум приступа: 1.6.2023.)

[https://www.hidmet.gov.rs/ciril/meteorologija/klimatologija\\_godisnjaci.php](https://www.hidmet.gov.rs/ciril/meteorologija/klimatologija_godisnjaci.php) (Датум приступа: 4.6.2023.)

<https://irac-online.org/documents/moa-classification/?ext=pdf> (Датум приступа: 24.12.2023.)

<https://ipm.ucanr.edu/WEATHER/ddphenology.html> (Датум приступа: 24.11.2023.)

<https://gd.eppo.int/taxon/CARPPPO/distribution> (Датум приступа: 20.11.2023.)

<https://gd.eppo.int/taxon/CARPPPO> (Датум приступа: 20.11.2023.)



## 9. ПРИЛОЗИ

Прилог 1. Регистровани инсектициди у Србији за сузбијање јабукиног смотавца и њихова подела према примарном месту деловања (извор: <https://irac-online.org/documents/moa-classification/?ext=pdf>)

Активна материја	Хемијска група (подгрупа) или активна материја као представник групе	Главна група инсектицида и примарно место деловања
циперметрин делтаметрин ламбда-цихалотрин гама-цихалотрин	3А Пиретроиди	3 Модулатори натријумових канала <i>Деловање на нервни систем</i>
ацетамиприд	4А Неоникотиноиди	4 Агонисти рецептора никотин ацетилхолина <i>Деловање на нервни систем</i>
спинеторам спиносад	Спинозини	5 Алостерни активатори рецептора никотин ацетилхолина <i>Деловање на нервни систем</i>
абамектин емамектин-бензоат	Авермектини	6 Активатори хлорних канала <i>Деловање на нервни и мишићни систем</i>

Активна материја	Хемијска група (подгрупа) или активна материја као представник групе	Главна група инсектицида и примарно место деловања
пирипроксифен	7 С Пирипроксифен	7 Аналози јувенилних хормона <i>Регулација раста</i>
тебуфенозид	Диацилхидразини	18 Агонисти рецептора егдизона <i>Регулација раста</i>
хлорантранилипрол цијантранилипрол флубендиамид	Диамиди	28 Модулатори ријанодин рецептора <i>Деловање на нервни и мишићни систем</i>
<i>Cydia pomonella granulovirus</i> (CpGV-V22) <i>Cydia pomonella granulovirus</i> (CpGV-R5)	Грануловируси (GVs)	31 Бакуловируси

## Прилог 2. Подаци о воћњацима где су постављене феромонске клопке

Регион	Локалитет	Година мониторинга	Сорта јабуке	Противградна мрежа	Наводњавање	Хемијске мере заштите против ЈС	Густина садње	Латитуда	Лонгитуда	Надморска висина (m)
Београд	Падинска Скела	2013 2017 2018	ајдаред, златни делишес	Не	Не	Да	4 m x 2,5 m	44°57'39"	20°25'57"	68
Младеновац	Камендол	2021 2022	ајдаред, златни делишес	Не	Не	Да	4 m x 2 m	44°37'25"	20°45'34"	240
Младеновац	Мали Пожаревац	2021 2022	ајдаред	Да	Да	Да	4 m x 1 m	44°32'21"	20°39'18"	264
Чачак	Липница	2019-2023	ајдаред	Не	Не	Да	4 m x 3 m	43°49'30"	20°25'30"	325

Регион	Локалитет	Година мониторинга	Сорта јабуке	Противградна мрежа	Наводњавање	Хемијске мере заштите против ЈС	Густина садње	Латитуда	Лонгитуда	Надморска висина (m)
Чачак	Атеница	2017	ајдаред	Не	Не	Да	3.8 m x 1.5 m	43°52'19"	20°23'29"	244
Јагодина	Опарић	2019 2021 2022	ајдаред, златни делише с	Да	Да	Да	3.5 m x 0.8 m	43°46'41"	21°10'32"	432
Кикинда	Кикинда	2014-2017	ајдаред, златни делише с, јонаголд, муцу, глостер	Не	Не	Да	4 m x 2 m	45°51'17"	20°30'28"	105
Крагујевац	Винча	2019-2023	ајдаред, грени смит, муцу	Не	Не	Да	4 m x 2.5 m	44°12'43"	20°38'12"	328
Краљево	Буковица	2023	ајдаред, гала	Не	Да	Да	4 m x 2 m	43°42'30"	20°42'59"	274
Краљево	Кованлук	2019-2022	ајдаред	Не	Не	Да	4 m x 2 m	43°42'34"	20°42'59"	258
Краљево	Роћевићи	2019-2023	ајдаред, златни делише с, ред чиф	Не	Да	Да	4 m x 2.5 m	43°42'36"	20°32'13"	351
Неготин	Неготин Карбулово	2019	ајдаред, златни делише с, грени смит	Да	Да	Да	3.7 m x 1 m	44°12'25"	22°26'1"	255
Нови Сад	Ченеј	2016-2023	ајдаред, златни делише с, грени смит	Не	Да	Да	3.2 m x 1.5 m	45°23'54"	19°49'12"	85
Нови Сад	Черевих	2012	ајдаред	Не	Не	Да	4 m x 2 m	45°12'37"	19°38'59"	/
Нови Сад	Нештин	2013 2015, 2017-2019	ајдаред, златни делише с	Не	Не	Да	3.2 m x 1.5 m	45°13'52"	19°28'8"	130

Регион	Локалитет	Година мониторинга	Сорта јабуке	Противградна мрежа	Наводњавање	Хемијске мере заштите против ЈС	Густина садње	Латитуда	Лонгитуда	Надморска висина (m)
Нови Сад	Сремски Карловци	2018 2020 2021	грени смит, гала, црвени делише с, златни делише с	Не	Не	Да	3.2 m x 1.5 m	45°11'9"	19°56'4"	160
Панчево	Банатски и Брестовац	2012 2013 2015 2017 2018 2020	ајдаред	Не	Не	Да	4 m x 1.5 m	44°40'1"	20°46'38"	60
Панчево	Банатски и Карловац	2021-2023	златни делише с, грени смит	Не	Да	Да	3.6 m x 1m	45°0'42"	21°1'55"	/
Пирот	Бела Паланка Клеура	2021 2022	ајдаред, мелрозе	Не	Не	Да	4 m x 4 m	43°13'7"	22°21'50"	389
Пирот	Присјанско насеље	2021 2022	ајдаред, златни делише с	Да	Да	Да	4 m x 1.2 m	43°07'41"	22°35'39"	416
Пожаревац	Велико Градиште	2019	ајдаред	Не	Не	Да	4 m x 2 m	44°41'27"	21°30'32"	128
Рума	Ириг-Кудош	2014-2017, 2019 2020	ајдаред, златни делише с	Не	Да	Да	4 m x 1.2 m	45°2'22"	19°49'58"	133
Рума	Нови Сланкамен	2013 2015	ајдаред, златни делише с	Не	Да	Да	3,8 m x 1 m	45°8'23"	20°12'48"	129
Рума	Нови Сланкамен	2016 2017	златни делише с, грени смит	Да	Да	Да	3,3 m x 1m	45°8'9"	20°13'51"	138
Рума	Нови Сланкамен	2019 2020	златни делише с, ајдаред, муцу	Не	Не	Да	3.8 m x 2 m	45°8'11"	20°13'43"	137
Рума	Нови Сланкамен	2021-2023	златни делише с, ајдаред	Не	Не	Да	3.8 m x 2 m	45°8'17"	20°13'29"	136

Регион	Локалитет	Година мониторинга	Сорта јабуке	Противградна мрежа	Наводњавање	Хемијске мере заштите против ЈС	Густина садње	Латитуда	Лонгитуда	Надморска висина (m)
Рума	Рума	2021	ајдаред, јонагоред, златни делишес	Не	Не	Да	3.5 m x 1.5 m	45°2'18"	19°48'9"	130 m
Рума	Рума	2022 2023	грени смит, јонатан, црвени делишес, златни делишес	Не	Не	Да	3.5 m x 1.5 m	45°2'20"	19°48'24"	130 m
Шабац	Мрђеновац	2019	грени смит, јинапринс, фуџи, бребурн	Не	Да	Да	3,8 m x 1 m	44°43'24"	19°48'24"	73
Сента	Кањижа	2012-2015	ајдаред	Не	Не	Да	3.8 m x 2 m	46°3'6"	20°4'11"	
Сента	Кањижа	2017-2022	златни делишес, гала, бребурн	Да	Да	Да	3 m x 0.8 m	46°3'12"	20°4'9"	73
Смедерев о	Луњевац	2014	ајдаред	Не	Не	Да	3.5 m x 1 m	44°32'26"	20°54'51"	153
Смедерев о	Луњевац	2019	ајдаред, грени смит	Не	Не	Да	3.5 m x 1.2 m	44°32'17"	20°54'49"	153
Смедерев о	Селевац	2014-2017	ајдаред, грени смит, акане, муцу	Не	Не	Да	3.5 m x 1.1 m	44°29'38"	20°51'28"	187
Смедерев о	Суводол	2019-2023	ајдаред, грени смит, муцу	Не	Не	Да	3.5 m x 1 m	44°33'59"	20°53'3"	162
Сомбор	Апатин	2015 2022	ајдаред, златни делишес	Не	Не	Да	4 m x 2 m	45°41'35"	18°57'1"	88

Регион	Локалитет	Година мониторинга	Сорта јабуке	Противградна мрежа	Наводњавање	Хемијске мере заштите против ЈС	Густина садње	Латитуда	Лонгитуда	Надморска висина (m)
Сомбор	Риђица	2013 2021	ајдаред, грени смит, златни делише с, муцу, црвени делише с	Не	Да	Да	3m x 1 m	45°59'4"	19°5'1"	92.7
Сремска Митровица	Дивош	2021	ајдаред, грени смит, јонагоред, златни делише с	Не	Не	Да	3.8 m x 1 m	45°5'53"	19°28'31"	104
Суботица	Бачки Виногради	2012 2015 2016 2018 2020 2023	ајдаред, златни делише с, јонаголд, муцу	Не	Да	Да	3.8 m x 1.8 m	46°6'42"	19°52'59"	90
Суботица	Љутово	2015 2016	ајдаред, јонаголд, грени смит, златни делише с	Не	Не	Да	4 m x 3 m	46°3'27"	19°30'49"	120
Ужице	Милићево Село	2014	ајдаред, грени смит	Не	Да	Да	4 m x 1.5 m	43°48'14"	20°5'54"	386
Ужице	Севојно	2021 2022	ајдаред, златни делише с	Не	Не	Да	4 m x 3 m	43°50'32"	19°54'18"	597
Ваљево	Бабина Лука	2020	голд раш, топаз, ред чиф, златни делише с	Не	Не	Да	4 m x 2.5 m	44°20'43"	19°56'50"	276
Врбас	Бечеј	2013	ајдаред	Не	Не	Да	4 m x 2 m	45°35'20"	20°45'63"	116
Врбас	Кула	2017	ајдаред, јонаголд	Да	Да	Да	4 m x 2 m	45°32'26"	19°26'12"	/

Регион	Локалитет	Година мониторинга	Сорта јабуке	Противградна мрежа	Наводњавање	Хемијске мере заштите против ЈС	Густина садње	Латитуда	Лонгитуда	Надморска висина (m)
Врбас	Руски Крстур	2014	ајдаред, ред чиф, златни делише с, грени смит, јонаголд	Да	Да	Да	4 m x 1.2 m	45°33'59"	19°26'21"	82
Врбас	Врбас	2022	црвени делише с, гала, фуџи, грени смит	Да	Да	Да	2.2 m x 1.2 m	45°33'30"	19°38'14"	78
Вршац	Црвена Црква	2012-2014	ајдаред, златни делише с, грени смит	Не	Да	Да	4 m x 1.5 m	44°53'58"	21°21'26"	80
Зрењанин	Лукићево	2017 2019 2021 2022	црвени делише с, гала, златни делише с	Да	Да	Да	3.6 m x 1 m	45°20'16"	20°30'50"	80
Зрењанин	Ново Милошево	2015 2016	ајдаред, грени смит	Не	Не	Да	3.8 m x 1.4 m	45°40'18"	20°20'14"	75
Зрењанин	Сутјеска	2015 2018	ајдаред, златни делише с	Не	Не	Да	4 m x 1.2 m	45°23'26"	20°41'53"	80

Прилог 3. Веза између АМС и феромонске клопке

Регион	Локалитет	Веза АМС са феромонском клопком
Београд	Падинска Скела	1x1
Ваљево	Бабина Лука	1x2
Врбас	Бечеј	1x2
Врбас	Кула	1x2
Врбас	Руски Крстур	1x2
Врбас	Врбас	1x1
Вршац	Црвена Црква	1x1
Зрењанин	Лукићево	1x2
Зрењанин	Ново Милошево	1x2
Зрењанин	Сутјеска	1x2
Јагодина	Опарић	1x2
Кикинда	Кикинда	1x2
Крагујевац	Винча	1x2
Краљево	Буковица	1x2
Краљево	Кованлук	1x2
Краљево	Роћевићи	1x2
Младеновац	Камендол	1x1
Младеновац	Мали Пожаревац	1x1
Неготин	Неготин Карбулово	1x1
Нови Сад	Ченеј	1x1
Нови Сад	Черевих	1x2
Нови Сад	Нештин	1x2
Нови Сад	Сремски Карловци	1x2
Панчево	Банатски Брестовац	1x1
Панчево	Банатски Карловац	1x1
Пирот	Бела Паланка-Клисура	1x2
Пирот	Присјанско насеље	1x1



<b>Регион</b>	<b>Локалитет</b>	<b>Веза АМС са феромонском клопком</b>
Пожаревац	Велико Градиште	1x1
Рума	Ириг-Кудош	1x1
Рума	Нови Сланкамен	1x1
Рума	Рума	1x2
Сента	Кањижа	1x1
Смедерево	Луњевац	1x1
Смедерево	Селевац	1x1
Смедерево	Суводол	1x1
Сомбор	Апатин	1x1
Сомбор	Риђица	1x1
Сремска Митровица	Дивош	1x1
Суботица	Бачки Виногради	1x2
Суботица	Љутово	1x2
Ужице	Милићево Село	1x1
Ужице	Севојно	1x2
Чачак	Липница	1x1
Чачак	Атеница	1x1
Шабац	Мрђеновац	1x1

Прилог 4. Веза између локалитета где се налази АМС и феромонска клопка са синоптичком станицом

<b>Локалитет где се налази феромонска клопка и АМС</b>	<b>Локалитет где се налази синоптичка станица</b>
Апатин	Сомбор
Атеница	Чачак
Бабина Лука	Ваљево
Банатски Брестовац	Банатски Карловац

Локалитет где се налази феромонска клопка и АМС	Локалитет где се налази синоптичка станица
Банатски Карловац	Банатски Карловац
Бачки Виногради	Палић
Бела Паланка-Клисура	Ниш
Бечеј	Зрењанин
Буковица	Краљево
Велико Градиште	Велико Градиште
Винча	Крагујевац
Врбас	Нови Сад Римски Шанчеви
Дивош	Сремска Митровица
Ириг Кудош	Сремска Митровица
Камендол	Београд
Кањижа	Палић
Кикинда	Кикинда
Кованлук	Краљево
Кула	Сомбор
Липница	Краљево
Лукићево	Зрењанин
Луњевац	Смедеревска Паланка
Љутово	Палић
Мали Пожаревац	Београд
Милићево Село	Пожега
Мрђеновац	Лозница
Неготин Карбулово	Неготин
Нештин	Нови Сад Римски Шанчеви
Нови Сланкамен	Сремска Митровица
Ново Милошево	Кикинда
Опарић	Ђуприја
Падинска Скела	Београд

Локалитет где се налази феромонска клопка и АМС	Локалитет где се налази синоптичка станица
Пирот Присјанско насеље	Димитровград
Риђица	Сомбор
Рођевићи	Краљево
Рума	Сремска Митровица
Руски Крстур	Сомбор
Севојно	Пожега
Селевац	Смедеревска Паланка
Сремски Карловци	Нови Сад Римски Шанчеви
Суводол	Смедеревска Паланка
Сутјеска	Зрењанин
Црвена Црква	Вршац
Ченеј	Нови Сад Римски Шанчеви
Черевих	Нови Сад Римски Шанчеви

Прилог 5. Извод из фенолошког модела који се користи у ПИС-у

Локалитет	Датум	Tsr (°C)	DD* (°C)	CDD** (°C)	Лет I ген (%)	Полагање јаја I ген (%)	Пиљење гусеница I ген (%)
Ириг	16.4.2020	11,61	1,61	1,61	0,26	0	0
Ириг	17.4.2020	17,05	7,05	8,66	1,39	0	0
Ириг	18.4.2020	19,19	9,19	17,85	2,87	0	0
Ириг	19.4.2020	19,24	9,24	27,09	4,36	0	0
Ириг	20.4.2020	13,97	3,97	31,06	5	0	0
Ириг	21.4.2020	11,25	1,25	32,31	5,2	0,2	0
Ириг	22.4.2020	11,75	1,75	34,06	5,48	0,48	0
Ириг	23.4.2020	13,46	3,46	37,52	6,04	1,04	0
Ириг	24.4.2020	15,01	5,01	42,53	6,85	1,85	0
Ириг	25.4.2020	16,75	6,75	49,28	7,94	2,93	0
Ириг	26.4.2020	12,8	2,8	52,08	8,39	3,38	0
Ириг	27.4.2020	14,04	4,04	56,12	9,04	4,04	0
Ириг	28.4.2020	19,09	9,09	65,21	10,5	5,5	0
Ириг	29.4.2020	17,12	7,12	72,33	11,65	6,65	0
Ириг	30.4.2020	15,42	5,42	77,75	12,52	7,52	0

Локалитет	Датум	Tsr (°C)	DD* (°C)	CDD** (°C)	Лет I ген (%)	Полагање јаја I ген (%)	Пиљење гусеница I ген (%)
Ириг	1.5.2020	14,9	4,9	82,65	13,31	8,31	0
Ириг	2.5.2020	12,03	2,03	84,68	13,64	8,63	0
Ириг	3.5.2020	12,79	2,79	87,47	14,09	9,08	0
Ириг	4.5.2020	13,63	3,63	91,1	14,67	9,67	0
Ириг	5.5.2020	15,24	5,24	96,34	15,51	10,51	0
Ириг	6.5.2020	11,68	1,68	98,02	15,78	10,78	0
Ириг	7.5.2020	13,84	3,84	101,86	16,4	11,4	0
Ириг	8.5.2020	15,26	5,26	107,12	17,25	12,25	0
Ириг	9.5.2020	19,06	9,06	116,18	18,71	13,71	0
Ириг	10.5.2020	20,97	10,97	127,15	20,48	15,47	1,77
Ириг	11.5.2020	21,35	11,35	138,5	22,3	17,3	3,59
Ириг	12.5.2020	15,01	5,01	143,51	23,11	18,11	4,4
Ириг	13.5.2020	18,19	8,19	151,7	24,43	19,43	5,72
Ириг	14.5.2020	19,11	9,11	160,81	25,9	20,89	7,19
Ириг	15.5.2020	18,67	8,67	169,48	27,29	22,29	8,58